



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

보건학석사 학위논문

헬리콥터를 이용한 병원 이송 체계의 비용-편익 분석

- 3대 중증 응급 질환을 중심으로 -

Cost-benefit analysis of helicopter emergency
medical service

- focus on major emergency disease -

2016 년 02월

서울대학교 보건대학원

보건학과 보건정책관리학전공

장 연 식

헬리콥터를 이용한 병원 이송 체계의 비용-편익 분석

- 3대 중증 응급 질환을 중심으로 -

지도교수 양 봉 민

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출함

2015 년 11월

서울대학교 보건대학원
보건학과 보건정책관리학전공
장 연 식

장연식의 석사 학위논문을 인준함

2015 년 12월

위 원 장 _____ 이 태 진 (인)

부위원장 _____ 조 성 일 (인)

위 원 _____ 양 봉 민 (인)

초 록

보건복지부에서 2011년 11월부터 진행한 응급의료 전용 헬리콥터 사업은 의료취약지구 환자들이 신속하게 정확한 처치를 받을 수 있도록 추진되었다. 하지만 헬리콥터를 이용한 이송의 경우 육상 이송에 비해 높은 비용이 소요된다. 본 연구는 2011년 11월 응급의료 전용 헬리콥터 사업이 시작된 시점부터 헬리콥터를 이용해 이송된 환자와 같은 기간 내 기타 방식에 의해 이송된 환자 사이에 사망률 등 임상적이 효과에 차이가 있는지 알아보며, 헬리콥터 사업에 높은 비용이 소요됨에도 경제성이 있는지 평가하고자 하였다.

연구의 결과는 크게 세가지로 분류하여 확인하였다. 첫째, 헬리콥터를 통해 이송된 환자가 기타 방식에 의해 이송되었을 경우를 가정하여 소요시간의 차이를 보았다. 이 때, 헬리콥터를 이용할 경우 평균 약 21.7분이 소요되었으나 기타 방식을 통한 이송을 가정하는 경우 약 83.9분이 소요되어 약 62.2분의 감소효과를 확인할 수 있었다. 둘째, 헬리콥터를 이용해 이송된 환자군과 기타 방식에 의해 이송된 환자군 사이에 중증도 등을 보정하여 사망률의 차이를 확인하였으며, 헬리콥터를 이용해 이송된 환자군 중 중증외상 환자에서만 사망률이 유의하게 적은 것으로 나타났다. 마지막으로 헬리콥터를 이용해 이송하는 경우의 비용과 편익을 분석하였으며, 이송 방식에 따른 사망률에 차이가 나타난 중증외상에 대해서만 분석하였다. 이 때 비용은 평균 100건 당 875,403,200원이었고, 편익은 평균 100건 당 5,095,697,292원으로 확인되어 편익/비용이 5.8로 나타나 경제성이 있는 것으로 확인되었다.

응급의료 전용 헬리콥터에 대한 임상적 효과 및 경제성 평가 확인 결과 이송 시간의 감소 및 중증외상 환자에서 사망률의 감소를 확인할 수 있었으며, 비용-편익 분석을 통해 중증외상 환자의 헬리콥터 이송에 경제성이 있음을 확인할 수 있었다.

현재, 우리나라의 응급의료 전용 헬리콥터는 전국적으로 5대를 운영하고 있으나 아직 전국의 모든 지역을 커버하지는 못하고 있다. 본 연구의 결과를 통해 응급의료 전용 헬리콥터의 이용을 확대할 필요성에 대해 추후 논의가 필요할 것으로 사료된다.

주요어 : 응급의료체계, 헬리콥터, 중증외상, 뇌출혈, 뇌경색, 비용-편익

학 번 : 2012-23717

목 차

제 1 장. 서론	1
제 1 절. 연구의 배경 및 필요성	1
제 2 절. 연구 목적	8
제 2 장. 이론적 배경 및 선행 연구	9
제 1 절. 헬리콥터 이송의 일반적 상황	9
제 2 절. 선행연구	13
제 3 장. 연구 방법	16
제 1 절. 자료원 및 연구 대상	16
제 2 절. 분석 방법	23
제 3 절. 변수 구성 및 모형	32
제 4 장. 연구 결과	37
제 1 절. 연구대상자의 일반적 특성	37
제 2 절. 이송시간 비교 결과	41
제 3 절. 사망률의 차이	42
제 4 절. 비용-편익 분석	44
제 5 장. 고찰 및 결론	51
제 1 절. 연구결과 고찰 및 정책적 함의	51
제 2 절. 연구의 제한점 및 의의	54
제 3 절. 결론	56

참고문헌	58
Abstract	63

표 목 차

[표 1] 응급의료 기본계획 핵심추진과제 변화	3
[표 2] 주요 응급의료서비스 성과 평가 지표	4
[표 3] AIS 점수 분포	17
[표 4] ISS 계산법	18
[표 5] 뇌출혈, 뇌경색, 심근경색 질환별 분석에 포함된 진단 코드 및 진단명	19
[표 6] TRISS 계산 방식과 계수값	26
[표 7] RTS 계산 방식과 대입 점수표	26
[표 8] APACHE II 점수 환산 방법	28
[표 9] 응급의료 전용 헬리콥터 비용의 종류 및 내용	30
[표 10] 육상이송(구급차)의 비용 및 내용	31
[표 11] 편익의 종류 및 내용	32
[표 12] 이송방식에 따른 사망률 차이 계산을 위한 변수 및 정의	33
[표 13] 연령군 별 추가 생존에 의한 기대 소득	35
[표 14] 중증외상환자의 일반적 특징	38
[표 15] 뇌출혈환자의 일반적 특징	39
[표 16] 뇌경색환자의 일반적 특징	40
[표 17] 심근경색환자의 일반적 특징	41
[표 18] 실제 이송 시간과 가정된 이송 시간	42
[표 19] 중증외상의 회귀분석	43
[표 20] 뇌출혈의 회귀분석	43
[표 21] 뇌경색의 회귀분석	44
[표 22] 심근경색의 회귀분석	44
[표 23] 응급의료 전용 헬리콥터 비용 분석	46

[표 24] 구급차 비용 분석	47
[표 25] 질환별 기대사망 및 실제 사망	48
[표 26] 연령 구간별 환자 수 - 중증외상	49
[표 27] 연령별 기대 연봉	49
[표 28] 중증외상 환자 헬리콥터 이송 시 획득할 수 있는 편익. 100명 당	49

그 립 목 차

[그림 1] 우리나라 응급의료체계의 흐름	1
[그림 2] 2015년 현재 응급의료 전용헬리콥터 서비스 지역 및 범위	6
[그림 3] 미국의 헬리콥터 이송 커버 범위	10
[그림 4] 응급의료 전용 헬리콥터 출동 체계도	13
[그림 5] 일반적 이송방식 가정 시 이송 최단 시간	24
[그림 6] 교란변수로서 중증도	25

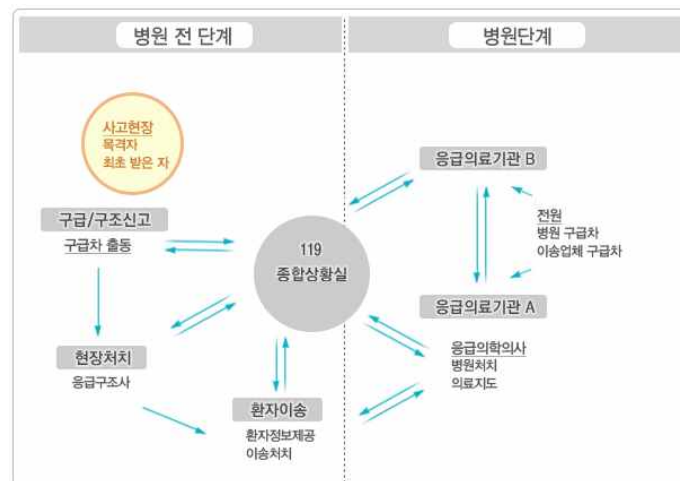
제 1 장. 서론

제 1 절. 연구 배경 및 필요성

1. 응급의료 체계의 구성

응급의료체계란 적정규모의 지역에서 응급상황 발생 시 효과적이고 신속하게 의료를 제공하기 위해서 인력, 시설, 장비를 유기적으로 운용할 수 있도록 재배치하는 것을 말한다. 응급의료체계의 구축은 의학적인 측면에서 응급의료를 병원 밖으로 확대하는 것이고, 사회적으로는 사회보장 및 복지제도의 향상을 의미한다. (What is EMS?, 2008)

응급의료체계는 응급환자의 생존률을 결정하는 가장 중요한 요소이며 이는 크게 병원 전 단계 처치와 병원 단계 처치로 분류할 수 있다. 병원 단계의 처치는 환자가 발생한 현장에서 비의료인 또는 응급구조사 등에 의해 치료가 시행되는 단계이며, 병원 단계의 처치는 실제로 병원에서의 의사 및 간호사에 의해 처치가 이루어지는 과정이다.<그림1> (중앙응급의료센터, 2013)



<그림1. 우리나라 응급의료체계의 흐름. 출처 : 중앙응급의료센터>

2. 우리나라 응급의료 체계의 역사

1970년대까지 우리나라의 응급의료체계는 거의 전무하였다. 과거의 몇몇 기사들을 찾아보면 응급환자들이 사고 현장에서 제대로 된 응급조치를 받지 못하는 것은 물론이고 위중한 상태로 각급 병원을 전전하다 결국 사망하는 사건이 끊이지 않았음을 알 수 있다.¹⁾ 이에 대한 문제점을 인지하고 1979년에 대한의사협회는 ‘야간응급환자 이송센터’를 창설하여 각 병원의 병실 현황이나 의료진의 상황을 파악한 뒤 구급대를 출동시켜 치료가 가능한 병원으로 이송시켜주는 시스템을 마련하였다.²⁾ 또한 1982년 서울에서 야간 환자 이송을 목적으로 하는 119 구급대가 처음으로 제도화된 후 꾸준한 발전을 거쳐 90년대에는 전국에서 무료로 운영되었다.³⁾ 더불어 1990년대 발생한 삼풍백화점 붕괴 사고 등의 대량재해를 겪으면서 응급구조사의 배출 및 응급환자정보센터 등의 설립을 통해 병원 전 단계의 응급의료체계를 강화시켰고 그와 동시에 응급환자에 대한 신속한 진료가 가능하도록 인적, 물적 자원을 집중시킨 응급의료센터의 지정 및 응급실을 전문으로 담당하는 응급의학과 전문의를 양산함으로써 병원단계의 체계를 발전시키는 초석을 마련하였다.

3. 우리나라 응급의료 체계의 발전 상황 및 결과

이러한 시작을 기반으로 하여 정부는 1990년부터 ‘응급의료체계구축 추진 기본계획’을 통해 응급의료체계를 발전시켜왔으며 현재는 ‘응급의료에 관한 법률’에 의거해 2005년부터 일정 기한마다 응급의료 기본계획을 수립하고 있다. 응급의료 기본계획은 “2005-2010 제1차 응급의료 기본계획”, “2010-2012 응급의료 선진화 추진계획”, “2013-2017 응급의료 기본계획”으로 구성되어 있다. 각각의 기간 동안 실제적으로 진행된 핵

1) 누구를 위한 공공의료기관인가. 경향신문, 1967.11.24, 2면.

2) 의협 야간 구급 환자 신고센터 지나친 의존 눈코 뜰 새 없어. 경향신문, 1979.9.11, 2면.

3) 소방본부 구급대 제도화 응급환자 수송 맡아. 동아일보, 1982.10.30., 6면.

심추진과제는 아래의 <표1>과 같다.

<표1. 응급의료 기본계획 핵심추진과제 변화. 출처 : 보건복지부>

단계	1990년대	2005-2010년	2010-2012년	2013-2017년
환자 발생 현장단계	응급환자 전용이송 수단	응급의료의 질적 수준 강화	응 급 의 료 사각지대 해소	응급의료상담 및 정보이용가능
		응급의료의	국민의 응급처치 능력 향상	국민의 심폐소생술 시행능력 제고
응급환자 이송단계	응 급 의 료 전문인력 육성	접근성 및 이용 편의성 제고	응급환자 이송의 신속성, 전문성	119구급대 전문성 향상
				병원간 전원시 환자 안전 강화
				취약지역 환자이송체계 강화
의료기관 치료단계		응 급 의 료 의 보장성 강화	선진국 수준 응급의료기관 육성	응급의료기관 개편
				농어촌 응급의료제공체계 마련
				중증외상 전문치료체계구축
	응급환자 전문치료 병원	응급의료의 선진화 기반구축	핵심 응급질환에 대한 전문응급 체계구축	중증응급질환 치료체계구축
				취약계층 응급의료 접근성 향상
				응급실 환경여건 개선
응 급 의 료 발 전 기 반 구 축 및 관 리 개 선	응 급 의 료 정보센터	응급의료의 효율적 관리체계 구축	응급의료 정책수립 및 관리 체계 강화	지자체 응급의료관리강화
				응급의료 정보관리 체계화
		응급의료정보 센터의 특성화 및 전문화		응급의료체계 평가 개편
				응급의료 인력확보 및 전문성 향상
				응급의료정책 추진기반 강화

추진과제의 진행을 통해 응급의료체계는 지속적으로 발전하였다. 중앙응급의료센터는 이에 대한 성과를 매년 발간하는 응급의료통계연보를 통해 꾸준히 발표하고 있다. 보건복지부는 이 발표를 근간으로 하여 2014년에 몇 가지 주요 성과 지표의 년도 별 변화양상을 구조-과정-결과 지표로 나누어 보고서를 발간하였다.<표2>

먼저 구조지표의 대표적 요소인 인력은 꾸준히 증가하였다. 1996년 응급의학과 전문의 제도가 확립된 뒤 1997년 71명으로 시작하여 2012년

에는 1,064명으로 확대되었으며, 1996년 처음으로 배출된 응급구조사는 당시 853명이 배출되어 2012년에는 19,286명으로 증가하였다.

다음으로 과정지표의 요소인 신고 후 구급차 반응 시간 및 목격자 심폐소생술 실시율 역시 과거에 비해 시간이 지날수록 호전되는 결과를 보였다. 신고 뒤 구급차가 반응하기까지의 시간은 5분 내 반응시간이 2004년 43.7%에서 2011년 52.8%로 호전되었으며, 목격자 심폐소생술 실시율은 2006년 1.4%에서 2012년 9.2%로 증가하였다.

마지막으로 결과지표의 경우, 응급실 이용환자를 대상으로한 응급의료만족도 조사결과와 예방가능한 사망률⁴⁾의 년도 별 변화추이를 확인하였다. 응급의료만족도는 만족한다는 답변이 2001년 21.1%에서 2010년 30.4%로 증가하였으며 예방가능한 사망률 환자의 추이는 1998년 50.4%에서 2010년 35.2%로 감소하였다.

<표2. 주요 응급의료서비스 성과 평가 지표. 출처 : 보건복지부>

성과 평가 지표	구조	과정	결과
인구대비 구급차 이송건수	○	○	
인구대비 1급/2급 구급대원 수	○		
구급차 반응시간		○	
심정지환자 병원전 자발순환 회복률		○	○
인구대비 응급의료기관 수	○		
응급의료만족도 및 응급실 경험 평가		○	○
외상 예방가능사망률		○	○
병원전 심정지 생존 퇴원율			○
심정지환자 목격자 심폐소생술 실시율		○	○

4. 우리나라 응급의료 체계의 부족한 점

정부 당국의 꾸준한 노력에도 불구하고 응급의료체계에 보완해야 할 점은 여전히 산재해 있다. 응급의학과 전문의가 배출된 이후 그 수가 꾸준히

4) 예방가능한 사망률이란 적절한 시간에 제대로 된 처치가 시행되었을 경우에 사망을 예방할 수 있는 환자들 중 실제로 사망한 환자의 분율을 의미한다. (MacKenzie. 1999)

준히 증가하고 있지만 2013년을 기준으로 하였을 때, 응급의학과 전문의가 없는 지역이 강원 8곳, 경남 7 곳 등 전국적으로 50곳인 것으로 확인되었다.(건강보험심사평가원, 2013) 목격자에 의해 시행되는 일반인 심폐소생술의 비율 역시 점차 높아지고 있으나 미국의 35.5%, 일본의 34.8%에 비해 매우 낮은 수준이다.(MMWR, 2005, Mashiko K. et al., 2002) 결과지표 중 하나인 예방가능한 사망률은 년도별로 꾸준히 감소하는 추세를 보여주고 있으나 2003년 미국 몬타나 주의 15.0%와 1998년 싱가포르의 22.4%에 비해 높은 것으로 조사되었다.

또한 보건복지부에 따르면 적정시간에 치료 가능한 기관에서 처치 받는 것이 중요한 대형 교통사고나 심장마비, 뇌졸중과 같은 중증 응급환자가 골든타임⁵⁾ 안에 최종치료기관에 도착하는 비율이 전국적으로 평균 48.6%밖에 되지 않았다. 과거에 비해 구급차 이용 절대 수 및 이용비율이 늘어나고 있으나 여전히 중증 응급환자가 적절한 의료기관으로 이송되는 비율은 절반도 채 되지 않는다는 뜻이다. 또한 이 비율은 지역 간에 편차가 존재하여 도서지역의 경우 더욱 열악하다. 보건복지부는 공공보건의료에 관한 법률 제 12조 및 시행규칙 제 8조에 의거하여 2년마다 응급의료 취약지⁶⁾를 지정한다. 2014년에 보건복지부가 고시된 바에 따르면 전국 262개의 시군구 중 21개가 취약지에 포함되며, 준취약지까지 확대할 경우 84개의 지역까지 확대된다. 이러한 지역의 경우 중증 응급환자가 적절하게 이송되는 비율이 37%에 불과한 곳도 존재한다.

5. 응급의료 전용 헬리콥터의 도입

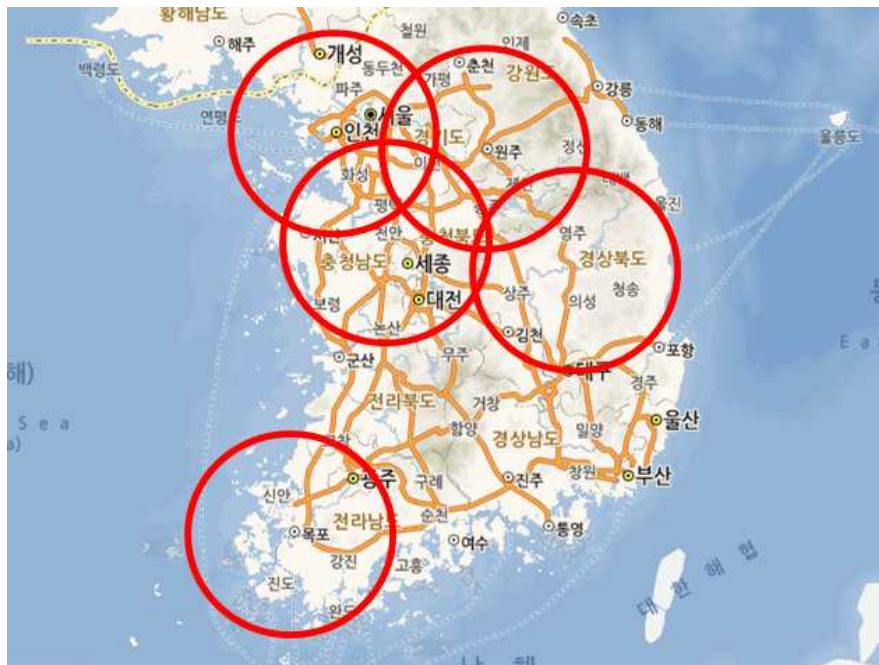
응급의료 전용헬리콥터 도입의 목적은 도서 산간 지역 등의 응급의료 취약지역에서 응급환자 발생 시 신속하게 적절한 의료기관으로 이송함과 동시에 의료진이 헬리콥터에 탑승함으로써 이송 시점부터 전문적인 의료

5) 중증외상 : 1시간, 급성 심혈관질환 : 2시간, 허혈성뇌졸중 : 3시간 (보건복지부, 2011)

6) 선정 기준 : 30분 내 응급의료기관에 도달할 수 없는 인구가 30% 이상이고, 관내 응급의료기관 이용비율이 60% 미만인 지역

진의 처치를 받을 수 있도록 하는 것이다.(중앙응급의료센터, 2013) 정부는 이를 위해 2011년부터 인천과 전남(목포)을 시작으로 응급의료 전용 헬리콥터를 도입하여 2012년에 강원(원주)과 경북(안동), 2014년에 충남(천안)까지 운행을 확대하였으며, 2016년 1대를 추가로 배치할 예정이다. <그림2>(보건복지부, 2014)

2013년 중앙응급의료센터는 응급의료 전용헬리콥터 도입 후 운행상태가 목적에 부합하는지 확인하는 보고서를 발표하였다. 결과에 따르면 동일 거리에 대한 응급의료 전용헬기와 타 이송수단 간 소요시간 비교 결과 응급의료 전용헬기는 평균 37분, 타 이송 수단은 1시간 52분으로 응급의료 전용헬기가 평균 1시간 10분 정도의 이송시간이 감소하였다. 또한 이송환자 중 43%가 도서지역에서 이송되었으며, 연륙도서지역까지 확대할 경우 총 58%의 환자가 도서지역에서부터 이송된 것으로 확인되어 본래의 목적인 신속성과 접근성을 높이는데 일조한 것을 알 수 있다. (안명옥, 2013)



<그림2. 2015년 현재 응급의료 전용헬리콥터 서비스 지역 및 범위. 원의 넓이 : 80km>

6. 연구의 필요성

비록 응급의료에 대한 서비스 공급은 기본적으로 “rule of rescue”⁷⁾의 원칙에 부합해야 한다는 주장이 있으나 육상이송 등 기타 방식에 비해 높은 비용이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 응급의료 전용 헬리콥터의 응급의료 전용헬리콥터의 경우 한 건당 약 830만원의 운영비가 필요한 반면, 구급차의 경우 건당 약 22만원의 운영비가 필요한 것으로 확인되어 약 37배의 비용이 더 소요되었다.(보건복지부, 2014, 이건설, 2011)

응급의료 전용헬리콥터 사업이 시작된 후 10개월 동안 사업 운영을 통해 얻어진 자료를 이용하여 사업의 진행에 경제성이 있는지 확인하는 작업이 진행되었다. 연구 당시 사업을 진행하고 있던 두 지역의 헬리콥터 이송 환자를 대상으로 하여 외상환자와 뇌혈관 질환자로 구분해서 대상 비용-편익 분석을 진행하였다. 분석 결과 뇌혈관 질환에서는 두 지역 모두에서 비용절감 효과가 있었으나 외상에서는 한 지역에서만 절감 효과가 있고 다른 지역에서는 오히려 비용이 증가하는 결과가 관찰되었다. (임정수, 2014)

하지만 당시 연구 결과는 진단명 및 중증도에 대한 기준 없이 헬리콥터를 이용하여 이송한 모든 환자를 대상으로 진행되어 실제로 헬리콥터를 이용한 이송이 빠른 처치를 필요로 하는 중증외상이나 급성뇌졸중 환자를 대상으로 하였을 때 경제성이 존재하는지는 제대로 평가되지 않은 측면이 있다.

본 연구는 2011년부터 2015년까지 인천지역의 일개 대학병원에서 헬리콥터를 이용하여 이송한 환자 중 중증외상의 기준에 부합하는 이와 퇴원 시 진단명이 심근경색 및 뇌졸중에 부합하는 환자만을 대상으로 하여 분석하였으며, 두 가지 모형으로 진행하였다. 첫째, 헬리콥터 미 이용시

7) 재난 등과 같은 특정 상황에서 위험에 처한 사람에 대해 소모비용의 고저에 상관없이 집약적인 자본 투입해 그 사람을 구조해야 한다는 원칙(Cookson, 2008)

와의 비교모형은 헬리콥터를 이용하여 이송된 환자가 헬리콥터를 이용하지 않았을 때를 가정하였을 때 이송 시간에 어떠한 차이가 있는지 분석하였고, 둘째, 헬리콥터를 이용한 이송과 일반이송(구급차 이송)의 비교모형은 일반이송을 기준으로 하여 조기사망률 감소에 대한 효과 분석을 실시하였고 이를 바탕으로 하여 비용-편익 분석을 시행하였다.

제 2 절. 연구 목적

본 연구는 응급의료 전용헬리콥터를 이용하였을 때 헬리콥터를 이용하지 않은 경우 및 일반이송과 비교하여 어떠한 효과가 발생하는지 알아보고 이것이 경제적으로 효과가 있는지 확인하고자 한다. 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 응급의료 전용헬리콥터를 이용하여 환자를 이송할 경우 이용하지 않았을 때와 비교하여 이송시간을 감소시킬 수 있는지 분석한다.

둘째, 중증질환자를 응급의료 전용헬리콥터 이송을 이용할 경우 일반적인 이송방식을 이용하였을 때와 비교하여 사망률에 감소가 있는지 분석한다

셋째, 중증질환자를 이송하는 응급의료 전용헬리콥터에 비용-편익 분석을 실시하여 경제성이 있는지 확인한다.

제 2 장. 이론적 배경 및 선행연구

제 1 절. 헬리콥터 이송의 일반적 상황

1. 항공 이송의 역사

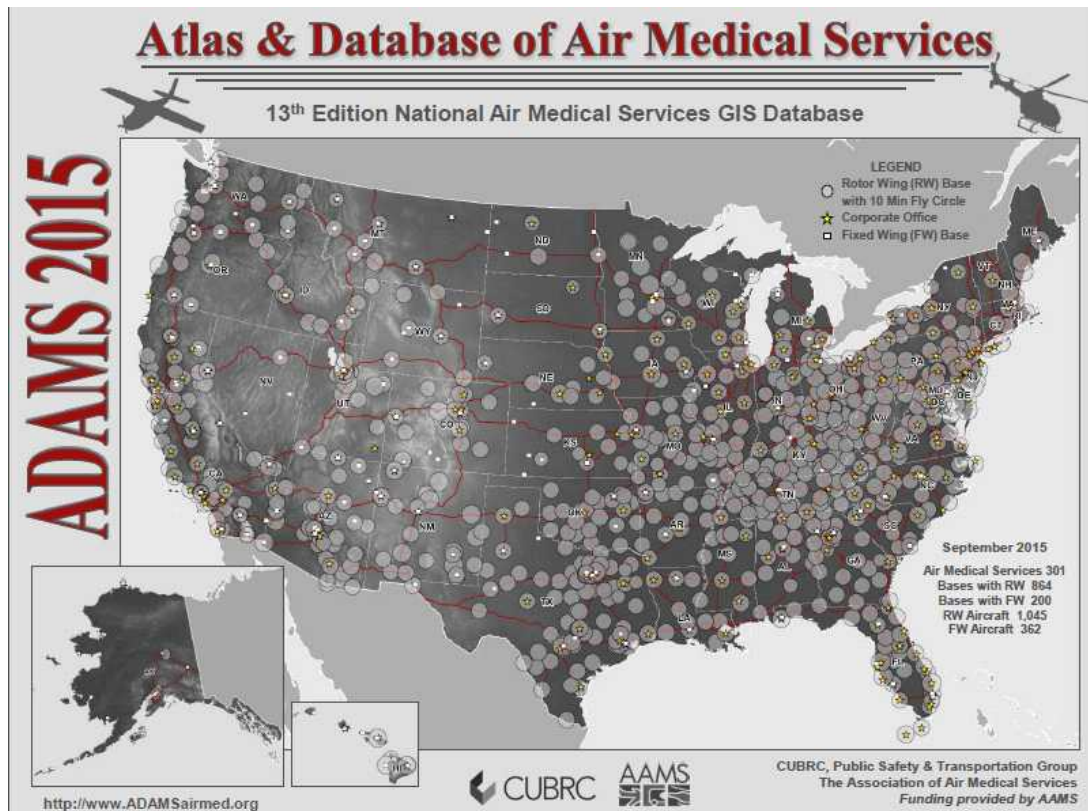
헬리콥터를 이용한 환자 이송이 언제부터 시작했는지는 명확하지 않다. 하지만 많은 자료에서 제2차 세계대전 당시 버마에서 미군이 헬리콥터를 이용해 부상당한 영국군을 이송한 것을 시초로 기술하고 있다. 이후 한국전쟁과 베트남전쟁을 거쳐 현재는 많은 국가에서 민간인의 이송에도 헬리콥터를 이용하고 있다.(Lam, 1990)

2. 각 국의 헬리콥터 이송 현황 : 미국

미국에서 본격적으로 일반 시민을 대상으로 하여 헬리콥터 이송이 시작된 것은 1970년대부터인 것으로 알려져 있으며 2015년 현재 전국적으로 864개의 거점수를 확보하여 선진국 중 가장 많은 수를 확보하고 있다. 1960년대까지만 하여도 미국 역시 중증 외상 환자의 예방 가능한 사망률이 상당히 높았으나 항공 이송의 도입 이후 점차 호전되어 현재는 오렌지 카운티의 경우 과거 35%에서 현재는 15%로 감소하였고, 샌디에이고는 14%에서 3%로 감소하였다.(Guss 등., 1989, Shackford 등., 1987, West 등., 1983)

미국 항공이송 협회(AAMS)에 따르면 2015년 현재, 출동 요청 후 15분 내로 현장에 도착 할 수 있는 지역이 메릴랜드주는 95%, 워싱턴 DC는 100% 커버할 수 있다. 반면 알래스카 1.5%, 네바다주는 6.5%로 비록 아직 충분하지 못한 곳도 있으나 전체 미국 인구의 약 75%가 15분 내에 헬리콥터를 이용하여 주요 병원으로 이송될 수 있는 것으로 알려져 있

다.<그림3>



<그림3. 미국의 헬리콥터 이송 커버 범위.⁸⁾ 출처 : ADMAS>

3. 각 국의 헬리콥터 이송 현황 : 일본

일본은 현재 우리나라와 같이 응급의료 전용 헬리콥터를 운영하고 있다. 처음 이 시스템을 시작하게 된 계기는 1995년 고베 대지진때 환자에 대한 빠른 이송이 이슈화되면서 부터였으며, 1999년 시범사업 후 2001년에 정식으로 도입되어 2011년까지 전국에서 27대로 헬리콥터 운영이 확대되었다.

응급의료 전용 헬리콥터 도입 후 같은 위치의 현장까지 도착하는 시간이 육상이송에 비해 26분 감소한 것으로 알려졌으며, 중증 환자에 대한 사망률이 약 27%, 중증 후유증이 45% 감소하는 효과가 있을 뿐 아

8) 원의 크기가 헬리콥터를 이용하여 10분 내 환자를 이송할 수 있는 범위

나라 치료비 및 치료기간까지 줄어드는 효과가 있는 것으로 알려졌다.
(Nishikawa & Yamano, 2010)

3. 각 국의 헬리콥터 이송 현황 : 독일

독일의 헬리콥터 환자 이송은 1970년 바이에른주의 주립병원에서 시작되었으며, 이 후 급속히 보급된 후 1980년대 초반 서독 면적의 95% 이상을 커버할 수 있도록 발전하였다. 이 후 독일 통일 뒤 1990년대 초반 동독 지역에 보급을 확대하기 시작하여 2010년에 이르러서는 전 국토의 95% 이상이 15분 내에 주요 병원으로 이송될 수 있도록 커버가 되는 상황이다.

독일 헬리콥터 이송체계의 특징은 법률적으로 응급환자 발생 후 15분 안에 환자에 대한 처치에 착수해야 한다고 명시되어 있어 평균 8분 안에 출동에서부터 도착까지 마무리된다는데 있다. 이에 대한 결과로 헬리콥터를 이용한 환자 이송 도입 후 이송 중 외상 환자에 대한 처치 비율이 유의하게 증가한 효과가 나타났다.(Andruszkow 등., 2014)

4. 우리나라 헬리콥터 이송의 현황

우리나라에서 헬리콥터를 이용한 환자 이송은 보건복지부에서 운영하는 응급의료 전용 헬리콥터 뿐 아니라 기관별로 다양한 방식으로 운영하고 있다. 2011년 기준으로 하여 응급의료 전용 헬리콥터를 제외하면 소방방재청 26대, 해양경찰청 17대, 산림청 30대, 국방부 5대로 총 78대가 있으며 기관별로 신고 및 운영 체계가 각자 갖추어져 있다.⁹⁾

위 기관들이 운영하는 헬리콥터의 문제점은 응급의료 전용 헬리콥터와 비교하여 응급환자 이송에 최적화되지 않았다는 점이다. 기구도 응급환자를 처치하기에 부족하며, 응급의학과 의사를 포함하여 응급환자를

9) 현재 소방방재청과 해양경찰청은 2014년 11월부터 국민안전처 산하 기관으로 흡수되었으나 각 기관에서 운영하던 헬리콥터의 운행 병행 양식 등은 2015년 10월 현재까지 정확히 발표된바가 없는 상태이다.

전문으로 처치할 수 있는 의료진의 탑승도 쉽지 않고, 헬리콥터가 다른 목적으로 이용되고 있을 경우 환자 이송이 불가하다.

2013년에 발간된 응급의료 통계연보에 따르면 소방방재청의 경우 운영하는 27대의 헬리콥터를 이용하여 1년 동안 총 1,640명의 환자를 이송(대당 약 61명)하였으나 같은 기간 동안 환자 이송 목적 외에 운영된 횟수는 3,427회에 이른다. 반면 응급의료 전용 헬리콥터의 경우 4대를 이용하여 1년 동안 총 485명의 환자(대당 약 121명)를 이송한 것으로 확인되었으며 환자 이송 외에는 다른 목적으로 사용된 바가 없다. 이를 통해 응급의료 전용 헬리콥터가 응급환자의 이송에 상대적으로 더 효율적이고 특화된 것을 알 수 있다.

5. 응급의료 전용 헬리콥터의 이용

응급의료 전용 헬리콥터 사업은 사업의 주체가 되는 보건복지부가 헬리콥터의 운용을 해당 병원에 위탁하는 방식으로 진행된다. 2011년부터 시작한 이 사업은 도서지역의 지정된 민간인 또는 보건진료원 및 지역 중소병원 응급실 의사와 응급의료 전용 헬리콥터 운용 병원의 운항통제실 간 핫라인을 개설하여 신고 후 5분 내 출동(이륙)하여 30분 안에 중증 응급환자를 병원으로 운송하는 것을 목표로 하였다. 사업 시작 당시 최대 이송 반경은 안전성 등을 고려하여 운용 지정 병원으로부터 50km로 제한하였으나 수요 및 정책 적용의 확대로 점진적으로 이송 반경을 확대하고 있다.

응급의료 전용 헬리콥터의 운행은 먼저 신고자가 통제실에 연락을 하여 이송 요청을 하는 것으로 시작을 하며, 연락을 받은 통제실의 책임자가 이송 가능 여부를 판단한 뒤 헬리콥터의 이륙 여부를 결정한다. 이때, 통제실의 책임자는 환자의 상태가 응급이 아니거나 기후 상태가 이륙이 불가하다고 판단이 되면 헬리콥터 이륙을 거부할 수 있다. 하지만 이륙이 결정된 경우라면 5분 안에 의료진이 탑승하여 인계점으로 출발한 뒤, 인계점에서 환자를 탑승시킨 후 병원으로 출발한다. <그림4>



<그림4. 응급의료 전용 헬리콥터 출동 체계도. 출처 : 중앙응급의료센터>

응급의료 전용 헬리콥터 운영방식을 유관기관의 헬리콥터 운영과 비교하였을 때 가장 큰 차이점은 보건복지부에서 병원에 위탁하여 운영을 하며 이로 인해 출동 당시 응급의학과 의사와 응급구조사 또는 간호사가 바로 헬리콥터에 탑승하여 환자가 있는 곳으로 빠르게 도착할 수 있어 유관기관의 헬리콥터에 비해 이른 시간에 처치가 시작될 수 있다는 점이다. 뿐만 아니라 응급검사, 처치 등에 필요한 기자재가 더 많이 구비되어 있어 상대적으로 응급처치에 더 적합하다고 볼 수 있다.

제 2 절. 선행연구

헬리콥터를 이용한 환자 이송에 대한 기존의 연구는 임상적인 효과를 분석한 연구와 경제성을 평가한 연구로 크게 나누어 볼 수 있다.

1. 임상적 효과 확인

2010년 외상환자들을 대상으로 하여 헬리콥터 환자 이송이 임상적인 효과가 있는지 확인하는 메타 분석이 시행되었다. 연구자들은 1980년부터 2008년까지 자료를 MEDLINE, CINAHL과 EMBASE를 통해 찾아서 조사하였으며, 연구에는 총 23개의 논문이 분석에 포함되었다. 이 중 14개의 연구에서 헬리콥터에 의해 이송된 환자에서 유의하게 사망률이 낮게 측정되었음을 발표하였다.

당시 발표에서는 크게 세 가지 방식으로 기존의 연구를 구분하였다. 첫째, 헬리콥터를 통해 이송한 환자의 사망률을 기존의 공식을 통해 구한 예측 사망률과 비교하였을 때 차이 여부를 확인하였다. 둘째, 헬리콥터를 이용한 이송과 육상 이송을 비교하였을 때 사망률의 차이를 나이, 성별, 중증도 등에 대해 보정한 뒤 비교하였다. 마지막으로 헬리콥터 이용 때와 육상 이송 시 사망률의 차이를 보정 없이 비교하여 분석하였다. 이 때 마지막 분석 방식에 포함된 연구들의 경우 헬리콥터 이송과 육상 이송이 시행된 환자군간에 중증도의 차이가 통계적으로 없음을 확인한 뒤 분석을 시행하였다.

첫 번째 방식의 경우 모든 연구에서 Trauma and injury severity score(TRISS)¹⁰⁾ 방식을 통하여 예측 사망률을 확인한 후 실제 사망률과 비교하여 차이를 구하였으며, 총 11개의 관련 논문 중 7개에서 예측 사망률에 비해 실제 사망률이 낮게 나온 것을 확인할 수 있었다. 두 번째 방식은 헬리콥터 이송과 육상이송 간에 중증도의 차이가 존재함으로써 발생하는 교란변수를 보정하여 분석하였다. 총 6개의 연구 중 5개의 연구에서 통계적으로 의미 있게 헬리콥터 이송 시 사망률이 낮은 것으로 나타났다. 마지막으로 두 군간에 보정없이 사망률을 비교한 연구는 총 6개가 있었고 이 중 2개의 논문에서 헬리콥터 이송 시 사망률이 낮게 확인되었으며, 1개의 논문에서는 부분적으로 낮게 확인되었다. (Dainel 등. 2010)

외상에 대한 메타 분석 외에도 2011년 독일에서 시행된 심근경색, 뇌

10) 외상 환자의 중증도를 평가하는 도구이며 사망률을 예측할 수 있는 지표로도 사용됨

졸중, 소아 응급질환 등 총 1,548명을 대상으로 육상 이송과 이송 시간을 비교한 전향적인 연구에서는 모든 그룹에서 헬리콥터를 이용한 이송이 육상 이송에 비해 통계적으로 유의하게 이송 시간이 짧은 것으로 확인되었다. (Philipp 등. 2012)

또한 138명의 개방성 골절환자를 대상으로 하여 사고 후 항생제가 투입될 때까지의 시간을 확인한 연구에서는 헬리콥터를 통해 이송하는 경우 그 외 방식에 의해 이송된 환자에 비해 30분 일찍 항생제가 투입된다는 결론을 발표하였다. (Stephen 등. 2012)

2. 경제성 평가 확인

2009년 호주의 연구진은 헬리콥터 이송의 경제성에 대한 기존의 연구를 취합하여 메타 분석을 시행하였다. 연구에는 2009년까지 자료를 MEDLINE, EMBASE, Cochrane Library, Google Scholar에서 검색하여 조사하였으며, 총 15개의 논문을 검색하여 분석하였다. 15개의 논문 중 8개의 논문이 비용-효과 분석(Cost-Effective analysis)을 사용하였고, 1개의 논문에서 비용-편익 분석(Cost-Benefit analysis)을 시행하였으며 나머지 논문은 최소비용분석(Cost minimization)과 비용분석(Cost analysis)을 각각 사용하였다. 15개 연구를 모두 포함할 경우 헬리콥터를 이용한 이송의 연간 소요비용은 \$115,777에서 \$5,571,578이었다.

소요된 비용에 대해 경제성이 있다고 평가한 논문은 15개 중 8개였다. 이 중 외상을 연구한 2개의 논문에서 생존 연장 비용이 일 인당 연간 \$3,292, \$2,227였다. 비외상을 연구한 3개의 논문 중 1개에서는 생존 연장 비용이 일 인당 연간 \$3,258였으며, 2개에서는 질보정수명이 일 인당 연간 각각 \$7,138, \$12,022였다. 또한 비 특정 환자를 대상으로 한 2개의 연구 중 하나에서는 생존 연장 비용이 일 인당 연간 \$30,365이었으며, 다른 하나에서는 \$91,478로 확인되었다. 특히 후자의 경우 비용-편익 분석을 함께 진행하였으며 비용:편익의 값이 1:5.87이었다.

제 3 장. 연구 방법

제 1 절. 자료원 및 연구 대상

본 연구의 자료는 현재 보건복지부로부터 응급의료 전용 헬리콥터에 대한 운용을 위탁받아 사업을 진행하고 있는 인천시내 일개 대학병원의 응급의료 전용 헬리콥터 운용 기록과 구급대원 기록 일지 및 환자 의무 기록을 이용하였다.

응급의료 전용 헬리콥터의 경우 보건복지부에서 기록 작성에 대한 일정한 형식을 제작 및 배포하여 응급의료 전용 헬리콥터를 운용하고 있는 모든 병원에서 동일하게 사용하고 있으며 병원마다 응급의료 전용 헬리콥터에 대한 코디네이터가 있어 이송 요청 시각, 이송 시각, 도착 시각 및 이송 사유 등에 대한 기록을 전담하고 있다.

구급대원 기록은 119 소방대원이 구급차를 이용하여 환자를 현장에서 병원으로 이송하거나 기타 구급차의 이송 기사가 병원에서 병원으로 환자를 이송할 경우 출발 시각 및 도착 시각 등을 기록하는 일지로서 이를 통해 구급차를 통해 이송한 환자의 병원 전 정보를 파악하였다.

환자 의무 기록은 병원에 내원한 환자의 내원 이유, 호소하는 주 증상, 투여 약물 종류, 퇴원 및 사망 여부 등을 환자 담당 의사가 기록하는 것으로 이 자료를 이용하여 병원 내에서의 정보를 확인할 수 있었다.

수집된 자료의 기간 범위는 응급의료 전용 헬리콥터 사업이 시작된 2011년 11월부터 2015년 5월까지의 자료를 사용하였으며 대상 환자는 중증외상의 경우 Injury severity score(ISS)가 16점 이상, 심근경색과 뇌졸중의 경우 퇴원 시 진단명이 각 질환에 부합하는 환자를 포함하였다. 또한 뇌졸중은 각각 뇌출혈과 뇌경색을 구분하여 분석하였다.

응급의료 전용 헬리콥터에 대한 자료는 기간 내 질환 기준에 포함된 모든 환자를 조사하였고, 구급차를 통해 내원한 환자의 경우 같은 기간

내 진단 기준에 부합하는 환자 중 응급의료 전용 헬리콥터를 통해 내원한 환자 수의 2배수를 무작위로 추출하였다. 무작위 추출의 방법은 기간 내 진단 기준에 포함된 모든 환자를 기간 순위로 배열한 뒤 인터넷의 무작위 숫자 추출 프로그램을 이용하여 진행하였다.¹¹⁾ 단, 내원 당시 이미 사망상태로 내원하였거나 전원 등으로 인해 환자의 최종 상태를 확인할 수 없는 경우와 분석과정에 필요한 변수에 대한 기록이 누락된 환자의 경우 분석 대상에서 제외하였다.

1. 중증외상 포함 기준

중증외상이란 한 부위 이상의 신체 부위 및 장기에 생명을 위협하는 정도의 외상이 발생한 경우로 일반적으로 ISS가 16점 이상인 경우를 말한다. (오형근, 2013)

ISS는 외상의 정도를 나타내는 척도 중 하나로 신체 부위를 두경부, 안면부, 흉부, 복부, 사지 및 골반부, 그 외 부위로 나누어 특정 부위에 손상이 없을 경우는 Abbreviated injury scale(AIS) 점수를 0점, 손상이 심각할 경우는 AIS 점수로 5점, 전혀 회생 가능성이 없을 경우 6점을 부여한다. 이 중 AIS 점수가 가장 높은 3부위의 점수를 각각 제곱한 뒤 더하여 최종 값을 구한다. 이 때, 6점의 경우 5점으로 자동 계산되어 최종 가능한 최고 ISS 점수는 75점이다.<표3><표4>

<표3. AIS 점수 분포. 출처 : www.trauma.org revived : 2006>

점수	AIS 점수
1	Minor
2	Moderate
3	Serious
4	Severe
5	Critical
6	Unsurvivable

11) www.randomization.com last revised 07/16/2008

<표4. ISS 계산법 예시>

신체부위	진단명	AIS점수
두경부	뇌진탕	3
안면부	손상 없음	0
흉부	다발성늑골 골절	3
복부	완전 비장 손상	5
사지 및 골반	대퇴골 골절	3
그 외	손상 없음	0
최종 ISS : $3^2+3^2+5^2$		43

2. 심근경색, 뇌졸중 포함 기준

심근경색과 뇌졸중의 포함 기준은 환자가 병원에서 퇴원할 시 진단명을 기준으로 하였다. 두 질환군 모두에서 기존에 심근경색과 뇌졸중을 이미 겪은 이가 이에 대한 후유증으로 입원한 경우는 포함 기준에서 배제하였으며, 기존에 상기 질환을 가지고 있었다 하더라도 새롭게 증상이 나타난 경우는 기존에 포함하였다. 각 질환의 포함 기준에 부합되는 질병코드는 <표5>와 같다.

<표5. 뇌출혈, 뇌경색, 심근경색 질환별 분석에 포함된 진단 코드 및 진단명>

종류	진단코드	진단명
뇌출혈	I60	Subarachnoid hemorrhage
	I60.0	Subarachnoid hemorrhage from carotid siphon and bifurcation
	I60.1	Subarachnoid hemorrhage from middle cerebral artery
	I60.2	Subarachnoid hemorrhage from anterior communicating artery
	I60.3	Subarachnoid hemorrhage from posterior communicating artery
	I60.4	Subarachnoid hemorrhage from basilar artery
	I60.5	Subarachnoid hemorrhage from vertebral artery
	I60.6	Subarachnoid hemorrhage from other intracranial arteries
	I60.7	Subarachnoid hemorrhage from intracranial artery, unspecified
	I60.8	Other subarachnoid hemorrhage
	I60.9	Subarachnoid hemorrhage, unspecified
	I61	Intracerebral hemorrhage
	I61.0	Intracerebral hemorrhage in hemisphere, subcortical
	I61.1	Intracerebral hemorrhage in hemisphere, cortical
	I61.2	Intracerebral hemorrhage in hemisphere, unspecified
	I61.3	Intracerebral hemorrhage in brain stem
	I61.4	Intracerebral hemorrhage in cerebellum
	I61.5	Intracerebral hemorrhage, intraventricular
	I61.6	Intracerebral hemorrhage, multiple localized
	I61.8	Other intracerebral hemorrhage
	I61.9	Intracerebral hemorrhage, unspecified

뇌경색	I62	Other nontraumatic intracranial hemorrhage
	I62.0	Subdural hemorrhage (acute)(nontraumatic)
	I62.1	Nontraumatic extradural hemorrhage
	I62.9	Intracranial hemorrhage (nontraumatic), unspecified
	I63	Cerebral infarction
	I63.0	Cerebral infarction due to thrombosis of precerebral arteries
	I63.00	Cerebral infarction due to thrombosis of vertebral artery
	I63.01	Cerebral infarction due to thrombosis of basilar artery
	I63.02	Cerebral infarction due to thrombosis of carotid artery
	I63.08	Cerebral infarction due to thrombosis of other precerebral artery
	I63.09	Cerebral infarction due to thrombosis of unspecified precerebral artery
	I63.1	Cerebral infarction due to embolism of precerebral arteries
	I63.10	Cerebral infarction due to embolism of vertebral artery
	I63.11	Cerebral infarction due to embolism of basilar artery
	I63.12	Cerebral infarction due to embolism of carotid artery
	I63.18	Cerebral infarction due to embolism of other precerebral artery
	I63.19	Cerebral infarction due to embolism of unspecified precerebral artery
	I63.2	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of precerebral arteries
	I63.20	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of vertebral artery
	I63.21	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of basilar artery
	I63.22	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of carotid artery
	I63.28	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of other precerebral artery
	I63.29	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of unspecified precerebral artery
	I63.3	Cerebral infarction due to thrombosis of cerebral arteries

I63.30	Cerebral infarction due to thrombosis of middle cerebral artery
I63.31	Cerebral infarction due to thrombosis of anterior cerebral artery
I63.32	Cerebral infarction due to thrombosis of posterior cerebral artery
I63.33	Cerebral infarction due to thrombosis of cerebellar artery
I63.38	Cerebral infarction due to thrombosis of other cerebral artery
I63.39	Cerebral infarction due to thrombosis of unspecified cerebral arteries
I63.4	Cerebral infarction due to embolism of cerebral arteries
I63.40	Cerebral infarction due to embolism of middle cerebral artery
I63.41	Cerebral infarction due to embolism of anterior cerebral artery
I63.42	Cerebral infarction due to embolism of posterior cerebral artery
I63.43	Cerebral infarction due to embolism of cerebellar artery
I63.48	Cerebral infarction due to embolism of other cerebral artery
I63.49	Cerebral infarction due to embolism of unspecified cerebral arteries
I63.5	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of cerebral arteries
I63.50	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of middle cerebral artery
I63.51	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of anterior cerebral artery
I63.52	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of posterior cerebral artery
I63.53	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of cerebellar artery
I63.58	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of other cerebral artery
I63.59	Cerebral infarction due to unspecified occlusion or stenosis of unspecified cerebral arteries
I63.6	Cerebral infarction due to cerebral venous thrombosis, nonpyogenic
I63.8	Other cerebral infarction
I63	Cerebral infarction, unspecified

심근 경색	I21	Acute myocardial infarction
	I21.0	Acute transmural myocardial infarction of anterior wall
	I21.1	Acute transmural myocardial infarction of inferior wall
	I21.2	Acute transmural myocardial infarction of other sites
	I21.3	Acute transmural myocardial infarction of unspecified site
	I21.4	Acute subendocardial myocardial infarction
	I21.40	Acute subendocardial myocardial infarction, anterior wall
	I21.41	Acute subendocardial myocardial infarction, inferior wall
	I21.48	Acute subendocardial myocardial infarction, other wall
	I21.49	Acute subendocardial myocardial infarction, unspecified site
	I21.9	Acute myocardial infarction, unspecified

제 2 절. 분석 방법

1. 연구 가설

본 연구에서 분석하고자 하는 가설은 다음과 같다.

- 응급의료 전용 헬리콥터를 이용하였을 때 같은 위치에서 그 외 이송 방식을 했을 때 비해 이송 시간이 줄어든 것이다.
- 응급의료 전용 헬리콥터를 이용하였을 때 중증도를 보정하는 경우 그 외 이송방식으로 환자를 이송했을 때 비해서 사망률이 감소할 것이다.
- 응급의료 전용 헬리콥터의 운용은 경제성이 있을 것이다.

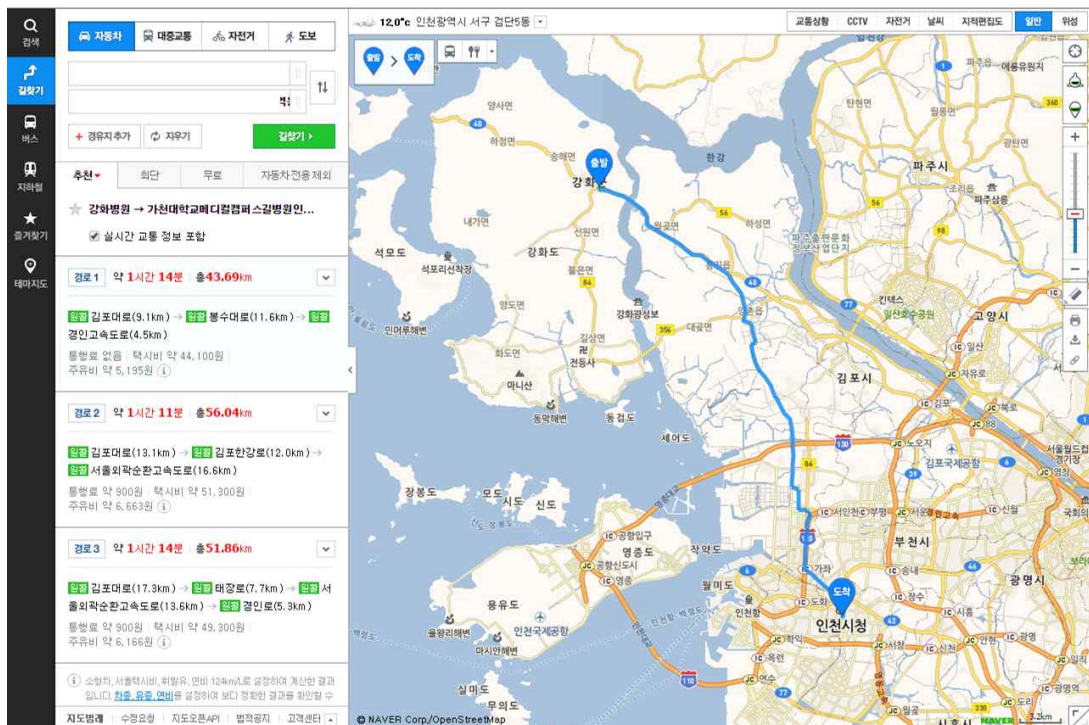
2. 분석 방법

1) 이송 시간 차이 계산

응급의료 전용 헬리콥터를 이용하였을 때 이송 시간을 계산하는 기준은 환자를 인계하여 현장 또는 타 병원에서 출발하는 시각부터 응급의료 전용 헬리콥터를 운용하는 병원(운용병원)에 도착하는 시각까지 설정하였다. 반면 헬리콥터를 이용하지 않고 일반적인 방식으로 이송하였다고 가정한 경우 시간을 계산하는 방식은 포털사이트(본 연구에서는 네이버)의 지도 프로그램을 이용하여 계산하였다. 이 때, 만약 연륙교를 통해 연결되지 않은 섬에서부터 환자가 출발하는 것을 가정하는 경우 인터넷을 통해 섬에서부터 여객터미널까지 가장 빠르게 도착하는 배의 이송 시간에 여객터미널부터 병원까지 자동차로 소요되는 시간을 합하여 계산하였다.

예를 들어 육지에 있는 종합병원에서 환자가 출발하여 운용병원까지 도착하는 경우, 헬리콥터를 이용하였을 때는 헬리콥터 이송 기록지에 기

록된 현장출발 시각부터 운용병원에 도착하는 시각의 차이를 시간으로 계산하였다. 반면, 같은 위치에서 육상 이송 등의 일반적인 이송 방식에 의해 이송되는 시간을 계산하기 위해서는 포털사이트의 지도 프로그램을 이용하여 ‘출발’ 배너에 출발하는 병원 또는 현장 인계점의 이름을, ‘도착’ 배너에 운용병원의 이름을 삽입한 뒤 자동차를 이용한 길찾기를 클릭하였을 때 나타나는 여러 경로 중 최단시간의 경로를 선택하여 기록하였다.<그림5>

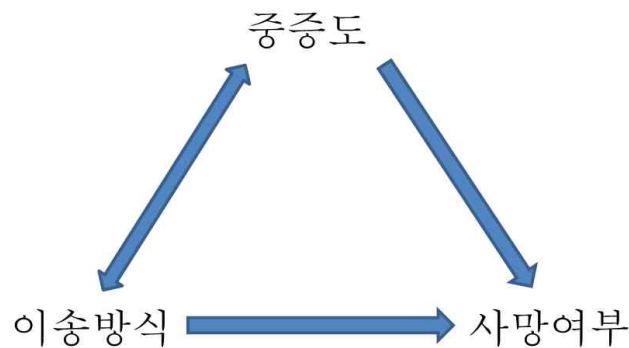


<그림5. 일반적 이송방식 가정 시 이송 최단 시간>

반면 만약 연륙교 등으로 육지와 연결되지 않은 덕적도와 같은 현장에서 환자가 발생하여 이송하는 경우 헬리콥터를 통한 이송의 시간은 전자와 같은 방식으로 계산하였으나 그 외 방식으로 이송한다고 가정하는 경우 덕적도에서부터 인천 여객터미널까지 가장 빠른 선박을 통해 소요되는 시간을 여객터미널 홈페이지에서 확인한 후 인천 여객터미널부터 운용병원까지 육상 이송으로 소요되는 시간을 포털사이트의 지도 프로그램을 통해 구한 뒤 두 시간을 더하여 계산하였다.

2) 사망률 차이 계산

응급의료 전용 헬리콥터와 일반적인 이송 방식에 의해 중증 응급 질환자를 이송하였을 때 사망률의 차이를 확인하기 위해 사망 여부를 종속 변수로 하고 이송방식 및 기타 요소를 독립변수로 하여 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다. 특히 중증도의 경우 이송방식이 사망률에 미치는 영향을 분석할 때 교란변수로 작용할 수 있어 보정 후 분석을 실시하였다. <그림6> 중증도 분석은 중증외상의 경우 TRISS를 통해, 나머지 질환의 경우 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) 점수를 통해 시행하였다.



<그림6. 교란변수로서 중증도>

TRISS는 ISS, Revised trauma score(RTS), 나이를 기반으로 외상환자의 중증도를 평가하는 지표로서 이를 통해 외상환자의 생존가능성 여부를 판단할 수 있다.<표6> TRISS 값의 범위는 0에서부터 100까지이며 값이 75이상인 경우는 Definitely preventable death(DP)로, 25-75인 경우에는 Potentially preventable death(PP), 25미만인 경우는 non-preventable death(NP)로 판단하고, 값이 25이상인 경우인 DP+PP를 정확하고 신속한 처치를 하는 경우 사망을 예방할 수 있는 환자군으로 설정하였다.(Christina 등, 2003)

<표6. TRISS 계산 방식과 계수값>

$$b = b_0 + b_1(RTS) + b_2(ISS) + b_3(\text{Age index})$$

$$\text{생존가능성}(P_s) = 1 / (1 + e^{-b})$$

	Blunt	Penetrating
b0	-0.4499	-2.5355
b1	0.8085	0.9934
b2	-0.0835	-0.0651
b3	-1.7430	-1.1360

cf) Age index의 경우 55세 미만은 0, 55세 이상은 1을 대입함.

한편, TRISS의 구성 요소 중 하나인 RTS는 Glasgow coma scale(GCS), 수축기혈압, 호흡수로 구성되며, 다음과 같은 공식 및 대입 점수를 가지고 있다.<표7>

<표7. RTS 계산 방식과 대입 점수표>

$$RTS = 0.9368GCS + 0.7326SBP + 0.2908RR$$

GCS	수축기혈압	호흡수	대입점수
13-15	>89	10-29	4
9-12	76-89	>29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
3	0	0	0

APACHE II 점수는 중환자실에 입원한 환자를 대상으로 하여 입원 24시간 내 확인한 징후를 통해 환자의 중증도를 평가하는 척도로서 이를 통해 환자의 예후 및 사망률을 예측할 수 있다.

점수를 환산하기 위한 세부 항목은 크게 세가지로 구성되어 있다. 첫째는 체온, 혈압, 혈액검사 등을 통해 확인 가능한 급성 생리학적 상태이며, 둘째는 연령, 셋째는 기존에 가지고 있는 만성 질환 유무 및 현재 상태의 수술 필요성 여부이다. 이 세가지의 합산을 통해 최종점수를 측정하며 최저 0점에서 최고 71점까지 있고 점수가 높을수록 중증도와 사망률이 높아진다.<표8>

다만, TRISS와는 다르게 사망에 대한 예방이 어려운 군(NP)에 대한

통상적인 기준은 없어 본 연구에서는 사망 가능성을 계산하여 75% 이상이 나오는 경우를 사망에 대한 예망을 하기 어려운 군으로 설정하였다.

<표8. APACHE II 점수 환산 방법>

생리적상태	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4
중심체온(°C)	≥41	39-40.9		38.5-38.9	36-38.4	34-35.9	32-33.9	30-31.9	≤29.9
평균동맥압 (mmHg)	≥160	130-159	110-129		70-109		50-69		≤49
심박수	≥180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤39
호흡수	≥50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤5
산소분압 (mmHg) 흡기산소분율 (FiO2)>0.5 FiO2<0.5	≥500	350-499	200-349		<200 >70	61-70		55-60	<55
동맥 pH	≥7.7	7.6-7.69		7.5-7.59	7.33-7.49		7.25-7.32	7.15-7.24	<7.15
혈청 Na (mmol/l)	≥180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	≤110
혈청 K (mmol/l)	≥7	6-6.9		5.5-5.9	3.5-5.4	3-3.4	2.5-2.9		<2.5
혈청 Cr (mg/dl)	≥3.5	2-3.4	1.5-1.9		0.6-1.4		<0.6		
헤마토크리트 (%)	≥60		50-59.9	46-49.9	30-45.9		20-29.9		<20
백혈구 (in 1000/mm ³)	≥40		20-39.9	15-19.9	3-14.9		1-2.9		<1
GCS	15점에서 실제 GCS 차감								

혈청 HCO3 (mmol/l)	≥52	41-51.9		32-40.9	22-31.9		18-21.9	15-17.9	<15
생리적상태 총점 (A)	각 12개의 점수를 합산								
나이 점수(B)	기저질환 및 환자 상태 점수 (C)								
≤44	0점	만약 환자 상태가 이미 장기 또는 면역 체계에 심각한 손상을 입은 경우 a. 비수술 환자이거나 응급하게 수술한 환자인 경우 - 5점 b. 예정된 수술을 받은 환자인 경우 - 2점							
45-54	2점								
55-64	3점								
65-74	5점								
≥75	6점								
APAHCE II 점수 = 생리적상태 점수 (A) + 나이 점수 (B) + 기저질환 및 환자 상태 점수 (C)									

APAHCE II 점수 환산을 통해 사망 가능성을 계산하는 공식은 다음과 같다.

$$\chi = -3.517 + 0.146(APACHE) + 0.603(operation) + (Adm)$$

$$R = [e^{\chi} / (1 + e^{\chi})] * 100$$

APACHE : 환산된 APACHE II 점수, operation : 환자의 수술 필요성 여부, adm. : 입원의 이유 R : 사망 가능성

3) 경제성 평가

본 연구에서는 분석을 시행함에 있어, 중증 환자의 경우 헬리콥터로 이송되지 않는 경우 대부분의 환자가 육상 이송 등의 방식으로 이송되기 때문에, 육상 이송에 소요되는 비용과 이 때 나타나는 편익을 기준으로 하여 응급의료 전용 헬리콥터를 이용하여 이송할 시 필요한 비용 및 획득되는 편익과의 차이를 계산하여 전체적인 비용-편익 분석을 진행하여 경제성을 평가하였다. 계산의 방식은 다음과 같다.

$$\text{편익} - \text{비용 비율}(BCR) = \frac{\text{헬리콥터 이송 시 편익} - \text{구급차 이송 시 편익}}{\text{헬리콥터 이송 시 비용} - \text{구급차 이송 시 비용}}$$

먼저 응급의료 전용 헬리콥터의 비용 부분을 평가하기 위해서는 응급의료 전용 헬리콥터 도입 당시 발생한 초기 비용, 즉, 운용 병원 내 헬기 착륙장 및 인계점 건설비용 및 운용병원 내 운항통제실 설치비용 등, 초기 1회에 발생하는 비용과 헬리콥터 리스비, 인건비 등 특정 기간마다 발생하는 비용을 모두 포함하여야 한다. 하지만 본 연구에서는 이 중 보험자의 관점에서 특정 기간마다 발생하는 비용만을 계산하여 비용에 포함하였으며, 여기에는 헬리콥터 리스비, 당직비 등 인건비, 보험료, 소모품 구매에 소요되는 비용이 해당된다.<표9>

<표9. 응급의료 전용 헬리콥터 비용의 종류 및 내용>

비용내용	설명
헬리콥터 리스비	정부가 회사로부터 헬리콥터를 대여하는 비용
보험료	사고에 대비한 조종사, 의료인력에 대한 보험료
일반직원 인건비	행정직원 및 조종사에 지급되는 인건비
의료인력 당직비	주말 및 휴일에 당직 시 의료인력에 지급되는 비용
출동수당	출동 시마다 의료인력에 지급되는 비용
의료 및 전산소모품	전문의약품 및 기구들로 2달에 한차례씩 추가 또는 교체되어 발생하는 비용

육상 이송의 비용 부분을 평가는 기존에 구급차 이송에 건당 소요되

는 비용을 조사한 자료를 인용하였다.(이건세, 2011) 비용은 일반 구급차와 특수 구급차¹²⁾로 나누어 계산하였으며, 각각 구급차 운영비, 관리비, 인건비, 감가상각비의 항목으로 분류하여 값을 구하였다. 최종적인 비용은 일반 구급차와 특수 구급차 가격의 평균으로 계산하였다.<표10>

<표10. 육상이송(구급차)의 비용 및 내용>

비용내용	설명
구급차 운영비	보험료, 수리비 등 환자를 이송하는데 실제적으로 필요한 비용
구급차 관리비	정보통신비, 주차장 임대료, 청소비 등 구급차를 유지하는데 필요한 비용
인건비	구급요원 및 행정직원에 지급되는 인건비
감가상각비	구급차 사용으로 인해 감량되는 차량의 가격

응급의료 전용 헬리콥터의 운용은 인간의 생명과 직접적으로 연관되어 있다. 이를 통해 중증 응급질환자들의 조기 사망을 감소시킴으로써 경제적인 편익을 확보할 수 있다. 따라서 편익 추계 방법의 가장 중요한 점은 생명의 가치를 화폐가치로 환산하는 것이다. 본 연구는 인적자본접근법을 사용하여 헬리콥터를 이용한 이송으로 인해 획득된 조기사망 예방으로 인한 편익을 산출하였다. 조기사망 예방으로 인한 편익은 일반적인 이송방식에 비해 응급의료 전용헬리콥터를 이용하였을 때 감소하는 조기사망률에 연령별 임금 소득 및 질환 별 연령 당 환자 수¹³⁾와 평균 고용률을 적용하여 산출하였다.

다만, 자영업자의 경우 연령별 소득이 정확히 조사된바가 없어 조사

12) 응급의료에 관한 법률 시행규칙 (시행. 2015년 8월 19일)에 따르면 일반 구급차와 특수 구급차의 구분 기준을 설치 장비를 기준으로 하였으며, 특수 구급차는 일반 구급차에 없는 자동 제세동기 등이 비치되어 있는 등 중증 질환자를 처치하는데 좀 더 적합하도록 되어 있다.

13) 연령 당 환자 수는 중증외상의 경우 기존에 조사된 자료가 없어 조사 대상이 된 대학병원에 2013년 1년 동안 내원한 중증외상 환자군의 연령 분포를 계산하여 산출하였고, 그 외 질환의 경우 건강보험심사평가원의 자료를 활용하였다.

대상환자는 모두 임금근로자임을 가정하였다. 또한 은퇴 연령은 65세로 가정하였으며, 은퇴 후에는 은퇴 후 소득을 별도로 인용하여 적용하였다.¹⁴⁾(김복순, 2014) 마지막으로 분석의 편의성을 위해 임금의 성장률과 할인율이 동일하다고 가정하여 서로 상쇄하기로 하였다.<표11>

<표11. 편익의 종류 및 내용>

편익내용	설명
조기사망예방으로 인한 편익	응급의료 전용 헬리콥터를 통한 신속한 이송 및 처리로 인해 일반 이송에 비해 TRISS가 25%이상 되는 사람 중 사망한 사람의 비율이 줄어들어 나타나는 편익

3. 분석 프로그램

통계분석에는 STATA 13.0 프로그램을 사용하였다.

제 3 절. 변수 구성 및 모형

1. 사망률 차이 계산을 위한 변수 구성 및 모형

1) 변수구성

이송 방식에 따라 사망률의 차이를 확인하기 위해 종속변수는 최종 사망여부를, 독립변수는 이송방식, 성별, 나이, 중증도를 포함하였다.

종속변수인 최종 사망여부는 전자차트를 통해 운용병원에서 최종 사망여부를 파악할 수 있는 환자만을 포함시켰다. 독립변수 중 이송방식은 응급의료 전용 헬리콥터를 이용하여 이송된 환자와 구급차 또는 선박 등

14) 2013년 기준으로 65세 이상의 처분가능소득은 한 달에 1,140,000원이다.

그 외 방식으로 이송된 환자를 구분하였으며, 성별은 남과 여로, 나이는 배제되는 연령 없이 모든 나이대의 환자를 포함시켰다. 마지막으로 중증도는 TRISS와 APACHE II 점수를 계산하여 나온 값을 그대로 대입하였다.<표12>

<표12. 이송방식에 따른 사망률 차이 계산을 위한 변수 및 정의>

구분	변수	정의
종속변수	사망여부	생존 : 0, 사망 : 1
독립변수	이송방식	응급의료 전용 헬리콥터 : 0, 그 외 방식 : 1
	성별	남자 : 0, 여자 : 1
	나이	연속변수 그대로 대입
	TRISS	연속변수 그대로 대입
	APACHE	연속변수 그대로 대입

2) 연구모형

사망률 차이에 대한 가설을 증명하기 위해 본 연구에서는 중증외상과 그 외 질환에서 각각 다른 모형을 사용하였으며, 중증외상에 대한 모형은 다음과 같이 설정하였다.

$$Death = \beta_0 + \beta_1 transferway + \beta_2 sex + \beta_3 age + \beta_4 TRISS + \epsilon$$

Death : 최종사망여부, transferway : 이송방식, sex : 성별, age : 나이, TRISS : TRISS 중증도, ϵ : 오차항

뇌출혈과 뇌경색 및 심근경색에 대한 모형은 다음과 같다.

$$Death = \beta_0 + \beta_1 transferway + \beta_2 sex + \beta_3 age + \beta_4 APACHE + \epsilon$$

APACHE : APACHE II 점수 중증도

2. 경제성 평가를 위한 모형

비용 및 편익은 100명의 환자가 응급의료 전용 헬리콥터를 이용하였다고 가정하여 계산하였다.

1) 비용 계산을 위한 모형

$$Cost = 100 \times (HC - AC)$$

Cost : 전체 소요 비용

HC : 응급의료 전용 헬리콥터 이송 한건 당 소요되는 비용

AC : 육상이송 구급차 이송 한건 당 소요되는 비용

2) 편익 계산을 위한 모형

응급의료 전용 헬리콥터를 통한 편익은 조기사망예방으로 인한 편익을 계산하여 적용하였다. 이에 대한 모형은 다음과 같다.

$$Benefit = \sum_a \sum_t Pt_a \times Period \times Wage_t \times Emp \times (HB - AB)$$

Benefit : 전체 획득 편익

a : 환자 연령 구간

t : 임금 수령 기간

Pt : 환자 100명 당 연령 구간의 환자 수

Period : 연령 구간의 기간

Wage : 연령별 임금

Emp : 고용률

HB : 응급의료 전용 헬리콥터 이송 시 추가적으로 생존한 수

AB : 구급차 이송 시 추가적으로 생존한 수

이 때 헬리콥터를 이용하였을 때 추가적으로 생존한 환자의 수를 도출하기 위한 공식은 다음과 같다.

$$HB = (e/n) \times [1 - (o/n)]$$

e : 기대 사망자 수

n : 전체 이송 환자 수

o : 실제 사망자 수

또한 기대 소득은 환자가 조기에 사망하지 않고 생존했을 경우 사망할 때까지 확보할 수 있는 기대 임금을 합산하여 산출하였다. 예를 들어 만약 환자 연령군이 21세 이상 30세 이하인 경우 중앙값인 25세를 기준으로 하여 기대 소득을 계산하였다. 즉, 적절한 처치에 의해 25세에 생존한 것으로 가정하고 25세에서 30세까지는 20대 획득 가능한 임금을 5년 동안 받고 이 후 은퇴시까지지는 각 구간별 임금을 기간 동안 받는 것으로 하였으며 65세 은퇴 후에는 평균 수명까지 은퇴 후 기대 소득을 받는 것으로 가정하였다. 계산의 방식은 다음의 표과 같다.<표13>

<표13. 연령군별 추가 생존에 의한 기대소득>

환자 연령군	추가 생존으로 인한 기대소득
0-20	$\{(Wage_{20대} \times 10) + (Wage_{30대} \times 10) + (Wage_{40대} \times 10) + (Wage_{50대} \times 10) + (Wage_{60대} \times 5)\} \times \text{고용률} + (Wage_{65세이상} \times [\text{평균수명} - 65세])$
21-30	$\{(Wage_{20대} \times 5) + (Wage_{30대} \times 10) + (Wage_{40대} \times 10) + (Wage_{50대} \times 10) + (Wage_{60대} \times 5)\} \times \text{고용률} + (Wage_{65세이상} \times [\text{평균수명} - 65세])$
31-40	$\{(Wage_{30대} \times 5) + (Wage_{40대} \times 10) + (Wage_{50대} \times 10) + (Wage_{60대} \times 5)\} \times \text{고용률} + (Wage_{65세이상} \times [\text{평균수명} - 65세])$
41-50	$\{(Wage_{40대} \times 5) + (Wage_{50대} \times 10) + (Wage_{60대} \times 5)\} \times \text{고용률} + (Wage_{65세이상} \times [\text{평균수명} - 65세])$
51-60	$\{(Wage_{50대} \times 5) + (Wage_{60대} \times 5)\} \times \text{고용률} + (Wage_{65세이상} \times [\text{평균수명} - 65세])$
61-	$(Wage_{60대} \times 5) \times \text{고용률} + (Wage_{65세이상} \times [\text{평균수명} - 65세])$

기대 사망자 산출은 중증외상과 그 외 질환에서 다른 방식으로 적용하였다. 중증 외상의 경우 TRISS 값이 25미만인 자 즉, NP군에 포함된 환자로서 신속하고 적절한 처치를 받는다 하더라도 생존 가능성이 거의 없는 환자의 수를 의미한다. 반면, 뇌출혈, 뇌경색, 심근경색의 경우

APACHE II 점수를 통해 환산한 사망 가능성이 75% 이상인 자를 기대 사망자 수에 포함시켰다.

제 4 장. 연구 결과

제 1 절. 연구대상자의 일반적 특성

2011년 11월부터 2015년 2월까지 응급의료 전용 헬리콥터를 통해 이송된 총 환자는 626명이었다. 이 중 내원 당시 심정지 상태로 내원하였거나 전원으로 인해 최종적으로 사망여부를 파악할 수 없는 환자와 전자차트를 통해 필요한 정보를 확인할 수 없는 환자를 제외하였다. 분석에 포함된 총 환자는 총 140명이었고 각 질환별로 ISS 16점 이상의 중증외상환자는 80명, 뇌출혈 환자는 36명, 뇌경색 환자는 13명, 심근경색 환자는 11명이었다. 일반적인 이송방식에 의해 운용병원까지 온 환자는 응급의료 전용 헬리콥터를 이용해 이송된 환자의 약 두배수이며, 각각 중증외상의 경우 199명, 뇌출혈 환자는 76명, 뇌경색 환자는 26명, 심근경색 환자는 22명이었다. 각 질환별 환자들의 일반적인 특징은 다음의 표와 같다.<표14><표15><표16><표17>

<표14. 중증외상환자의 일반적 특징>

	응급의료 전용 헬리콥터 (n=80)	일반 이송 (n=199)	p-value
연령(세)	56	50	0.033
성별(명)			
남자(비율,%)	66 (82.5%)	137 (68.4%)	0.021
여자(비율,%)	14 (17.5%)	62 (31.2%)	
이송종류(건)			
현장-병원(비율,%)	6 (7.5%)	116 (58.3%)	<0.005
병원-병원(비율,%)	74 (92.%)	83 (41.7%)	
거리(km) ¹⁵⁾	44.4	16.9	<0.005
도착시간(분) ¹⁶⁾	68.2	48.7	0.175
수축기혈압(mmHg)	111.3	122.7	0.005
심박수(회/분)	93.0	89.4	0.231
호흡수(회/분)	19.8	20.3	0.258
GCS	10.5	12.0	0.008
전체입원일수(일)	28.7	23.1	0.070
중환자실			
입원일수(일)	11.1	6.7	<0.005
TRISS	74.3	85.6	<0.005
사망자비율(%)	19 (23.8%)	53 (26.6%)	0.248

15) 현장 또는 이송시작 병원으로부터 운용병원까지 거리

16) 신고-운용병원 도착시간

<표15. 뇌출혈환자의 일반적 특징>

	응급의료 전용 헬리콥터 (n=36)	일반 이송 (n=76)	p-value
연령(세)	60	59	0.870
성별(명)			
남자(비율,%)	18 (50.0%)	36 (47.4%)	0.068
여자(비율,%)	18 (50.0%)	40 (52.6%)	
이송종류(건)			
현장-병원(비율,%)	3 (8.3%)	43 (56.6%)	<0.005
병원-병원(비율,%)	33 (91.7.%)	33 (43.4%)	
거리(km)	42.5	12.7	<0.005
도착시간(분)	62.9	37.4	<0.005
수축기혈압(mmHg)	132.3	163.1	<0.005
심박수(회/분)	74.1	81.0	0.062
호흡수(회/분)	18.9	20.0	0.028
GCS	8.6	10.6	0.018
전체입원일수(일)	28.4	28.4	0.990
중환자실 입원일수(일)	15.2	7.1	<0.005
APACHE II 점수	15.3	12.8	0.119
사망자비율(%)	9 (25.0%)	13 (17.1%)	0.326

<표16. 뇌경색환자의 일반적 특징>

	응급의료 전용 헬리콥터 (n=13)	일반 이송 (n=26)	p-value
연령(세)	68.0	63.8	0.455
성별(명)			
남자(비율,%)	8 (61.5%)	14 (53.9%)	0.209
여자(비율,%)	5 (38.5%)	12 (46.2%)	
이송종류(건)			
현장-병원(비율,%)	3 (23.1%)	17 (65.4%)	0.013
병원-병원(비율,%)	10 (76.9%)	9 (34.6%)	
거리(km)	49.6	7.0	<0.005
도착시간(분)	67.9	38.0	<0.005
수축기혈압(mmHg)	145.8	147.1	0.854
심박수(회/분)	77.9	86.8	0.139
호흡수(회/분)	20.1	20.1	0.919
GCS	12.9	14	0.197
전체입원일수(일)	11.7	12.1	0.902
중환자실 입원일수(일)	2.2	3.2	0.341
APACHE II 점수	8.7	7.8	0.526
사망자비율(%)	2 (15.4%)	2 (7.7%)	0.455

<표17. 심근경색환자의 일반적 특징>

	응급의료 전용 헬리콥터 (n=11)	일반 이송 (n=22)	p-value
연령(세)	61.7	62.5	0.893
성별(명)			
남자(비율,%)	9 (81.8%)	17 (77.3%)	0.763
여자(비율,%)	2 (18.2%)	5 (22.7%)	
이송종류(건)			
현장-병원(비율,%)	4 (36.4%)	12 (54.6%)	0.325
병원-병원(비율,%)	7 (63.6%)	10 (45.5%)	
거리(km)	45.1	6.7	<0.005
도착시간(분)	65.9	27.1	<0.005
수축기혈압(mmHg)	133.2	135.5	0.869
심박수(회/분)	80.5	87.0	0.581
호흡수(회/분)	20.7	22.1	0.338
GCS	13.9	14.1	0.856
전체입원일수(일)	6.1	6.0	0.957
중환자실 입원일수(일)	1.6	2.5	0.139
APACHE II 점수	9.5	10.7	0.659
사망자비율(%)	1 (9.1%)	4 (18.2%)	0.492

제 2 절. 이송시간 비교 결과

응급의료 전용 헬리콥터를 통해 현장 또는 기존병원에서부터 운송병원까지 평균 소요된 시간은 21.7분이었다. 같은 출발 위치에서부터 운송병원까지 응급의료 전용 헬리콥터가 아닌 기타 이송방식에 의해 이송된다고 가정했을 경우 소요되는 시간은 83.9분으로 약 62.2분의 차이가 있었으며, 통계적으로 유의하였다. (p-value<0.005)

이를 각 질환별로 나누어서 확인하면 중증외상의 경우 헬리콥터를 이용하였을 경우 22.1분, 기타 이송방식을 가정하는 경우 79.0분이 소요되어 56.9분의 차이가 있었다. 뇌출혈은 헬리콥터를 이용하는 경우 20.8분,

기타 방식을 가정하는 경우 83.3분이 소요되어 62.5분의 차이가 있었다. 뇌경색은 헬리콥터의 경우 22.4분, 기타 방식을 가정하는 경우 108.4분이 소요되었고 86분 차이가 있었다. 심근경색은 헬리콥터의 경우 21.6분, 기타 방식 가정 시 92.8분이었으며 71.2분의 차이가 있었다. 모든 질환에서 실제 시간과 가정된 시간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다.<표18>

<표18. 실제 이송 시간과 가정된 이송 시간>

단위(분)	실제 이송 시간	가정된 이송 시간	p-value
전체	21.7	83.9	<0.005
중증외상	22.1	79.0	<0.005
뇌출혈	20.8	83.3	<0.005
뇌경색	22.4	108.4	<0.005
심근경색	21.6	92.8	<0.005

제 3 절. 사망률의 차이

응급의료 전용 헬리콥터와 일반적인 이송방식 간에 사망률의 차이는 각 독립변수로 이송방식과 연령, 성별, 중증도를, 종속변수로 최종 사망 여부를 선정하여 로지스틱 회귀분석을 실행하였다. 이 때 중증 외상의 경우 중증도를 보정하기 위한 독립변수로 TRISS를 사용하였으며, 나머지 질환은 APACHE II 점수를 사용하였다.

중증외상의 경우 응급의료 전용 헬리콥터를 이용했을 때보다 일반적인 이송방식으로 이송되었을 때 통계적으로 유의하게 사망률이 높았으며, odds가 약 3.279배(CI : 1.363-7.889)로 확인되었다.(p-value=0.008) <표19>

뇌출혈의 경우 헬리콥터를 이용했을 때보다 일반 이송을 사용하는 경우 사망률이 오히려 낮게 나타났으나 통계적으로는 의미가 없었다.

(odds : 약 0.887배, CI : 0.271-2.900) (p-value=0.843)<표20>

뇌경색의 경우도 헬리콥터를 이용했을 때보다 일반 이송을 사용하는 경우 사망률이 더 낮게 나타났으나 마찬가지로 통계적으로 의미는 존재하지 않았다. (odds : 약 0.210배, CI : 0.011-4.014) (p-value=0.300)<표 21>

마지막으로 심근경색의 경우에는 헬리콥터를 이용했을 때보다 일반 이송을 사용하는 경우 사망률이 높게 나타났으며 통계적으로 의미는 존재하지 않았다. (odds : 약 4.040배, CI : 0.138-118.525) (p-value=0.418) <표22>

<표19. 중증외상의 회귀분석>

사망여부 (ref=생존)	β	$\exp(\beta)$ (odds)	p-value
이송방식 (ref=헬리콥터)	1.187	3.279	0.008
연령	0.004	1.004	0.623
성별 (ref=남자)	0.220	1.246	0.551
중증도(TRISS)	-0.060	0.942	<0.005
Cons	2.513	12.345	0.007

<표20. 뇌출혈의 회귀분석>

사망여부 (ref=생존)	β	$\exp(\beta)$ (odds)	p-value
이송방식 (ref=헬리콥터)	-0.120	0.887	0.843
연령	0.023	1.023	0.263
성별 (ref=남자)	0.146	1.158	0.810
APACHE	-0.120	0.887	<0.005
Cons	-5.843	0.003	<0.005

<표21. 뇌경색의 회귀분석>

사망여부 (ref=생존)	β	$\exp(\beta)$ (odds)	p-value
이송방식 (ref=헬리콥터)	-1.559	0.210	0.300
연령	-0.089	0.915	0.150
성별 (ref=남자)	-0.984	0.374	0.517
APACHE	-1.559	0.210	0.030
Cons	-1.333	0.264	0.613

<표22. 심근경색의 회귀분석>

사망여부 (ref=생존)	β	$\exp(\beta)$ (odds)	p-value
이송방식 (ref=헬리콥터)	1.396	4.040	0.418
연령	0.070	1.072	0.301
성별 (ref=남자)	-1.452	0.234	0.435
APACHE	0.142	1.152	0.104
Cons	-9.204	0.000	0.072

제 4 절. 비용-편익 분석

1. 비용 분석

1) 응급의료 전용 헬리콥터 비용 분석

비용 분석에 있어 필요한 크게 응급의료 전용 헬리콥터 사업을 시작 당시 필요한 초기 투입비와 사업을 지속하기 위한 유지비로 구성된다. 초기 투입비의 경우 헬리콥터 인계점 및 착륙점 등을 설치하는 필요한

시설비, 사업 타당성 등을 검토하는 연구비 등으로 구성되며, 유지비의 경우는 헬리콥터 운용비, 인건비 등으로 구성된다. 본 연구는 비용 분석에 있어 초기 투입비는 제외하고 유지비만을 조사하여 분석에 사용하였다.

유지비는 구체적으로 헬리콥터 소유 회사로부터 헬리콥터를 리스하는데 필요한 비용과 보험료, 출동수당, 당직비, 기타 물품 소모비용 등으로 구성된다. 각 비용의 경우 정산 기간의 기준이 다르기 때문에 이를 한달 평균 30회 출동 기준으로 하여 건당 소요되는 비용을 산출한 뒤 계산하였다.

헬리콥터 리스비는 일년에 운용병원 당 리스비가 일년에 30억원, 한달에 2억 5천만원이 필요하다. 이를 한 달 평균 30건의 환자 이송을 하는 것으로 가정하면 이송 한 건 당 약 8,300,000원의 비용이 발생한다.

보험료는 헬리콥터에 탑승하는 인력이 사고가 나는 경우에 대비하는 비용으로 1년 단위로 소멸 갱신되고 연간 3,075,800원이 필요하며 건당으로는 8,543원의 비용이 발생한다.

일반직원의 인건비는 의료인력을 제외하고 헬리콥터 조종사 및 관제사 등에게 지급되는 비용이다. 다만, 지급되는 본봉의 경우 파견의 주체가 되는 회사에서 지급하고 있으며, 정부에서 지급하는 비용은 헬리콥터 조종사의 출동 수당에 한정되어 있다. 조종사 한명 당 건당 150,000원이 지급되며 한번 출동에 조종사 두명이 필요하기 때문에 총 300,000원이 한 건당 발생한다.

출동수당의 경우 한건의 이송 당 의료진에게 지급되는 비용으로 이송 건당으로 계산되며 건당 300,000원이 지급된다. 당직비는 주말에 근무하는 의료진에 대해 하루 지급되는 비용으로 하루 당직 당 200,000원이 지급되며, 한 달에 주말이 8일이라고 가정 시 1,600,000원이 발생하고 이를 건당으로 환산 시 약 53,333원이 발생한다.

기타 물품 소모 비용은 기본적인 소모품인 약물 및 기구 등을 구입하는데 소요되는 비용이며 2달에 1회 신청하여 1회 평균 대략 600,000원의 비용이 발생하고 건당 10,000원이 필요하다.

전체적으로 필요한 비용을 모두 계산할 시 응급의료 전용 헬리콥터 한 건 이송 당 소요되는 비용은 약 8,671,876원이다.<표23>

<표23. 응급의료 전용 헬리콥터 비용 분석>

내용 (단위 : 원)	비용(기준기간)	월별비용	건당비용(30건 기준)
헬리콥터 리스비	250,000,000 (1달)	250,000,000	8,300,000
보험료	3,075,800 (1년)	256,316	8,543
일반직원 인건비	300,000 (1건)	9,000,000	300,000
출동수당	300,000 (1건)	9,000,000	300,000
의료인력 당직비	200,000 (1일)	1,600,000	53,333
물품소모비	600,000 (2달)	300,000	10,000
		전체	8,971,876

2) 일반 이송(구급차) 비용 분석

구급차 이송에 소요되는 비용은 기존에 연구된 자료를 이용하였으며, 구급차 운영비, 관리비, 인건비, 감가상각비로 분류하여 값을 구하였다. 계산의 방법은 총 23개 이송 업체에서 한달 간 소요되는 총 비용을 평균 이송 건수와 평균 구급차 수로 나누어 구급차 한 대당 건 당 이송 비용을 산출하였다.<표24>

<표24. 구급차 비용 분석. 출처 : 응급의료 수가 기준 전부 개정을 위한 연구 보고서>

내용 (단위 : 원)	포함항목	건당비용	
		일반	특수
운영비	보험료,유류대,수리비,자동차세,장비수리비,비품구입비,정보통신비	40,628	46,023
관리비	사회보험료,기타복리후생비,수도광열비,정보통신비,세금과공과,사무용품비,청소비,주차장임대료,건물관리비,임차료	20,790	20,980
감가상각비		15,136	37,619
인건비	구급요원(간호사,응급구조사),행정요원(관리직,운전)	76,475	178,037
합계		153,029	282,659
평균		217,844	

2. 편익 분석

조기 사망률 차이로 인한 편익을 계산하기 위해 응급의료 전용 헬리콥터를 이용해 이송했을 때 기대되는 편익에서 그 외 이송 방식을 이용하여 이송했을 때 나타나는 편익의 차이를 계산하였다. 이 때 중증외상을 제외한 다른 질환의 경우 이송 방식에 따른 사망률의 차이 분석 결과 두 방식간에 차이점이 없는 것으로 확인되어 편익 분석에서 제외하였으며, 결과적으로 응급의료 전용헬리콥터를 통해 중증 외상 환자를 이송하였을 때의 편익만을 확인하였다.

계산을 위해 먼저 중증도에 대비하여 예측되는 사망자수와 실제 사망자수를 대입하여 이송건당 추가적으로 생존한 환자의 수를 응급의료 전

용 헬리콥터와 그 외 이송방식 때 각각 산출하였다. 이 때 기대 사망자의 산출은 중증외상과 그 외 질환에서 다른 방식으로 산출하였다. 중증외상의 경우 TRISS를, 그 외 질환의 경우 APACHE II 점수를 이용하였다.<표25>

계산의 방식은 연령군을 20세 이하, 21세-30세, 31세-40세, 41-50세, 51세-60세, 61세-65세, 65세 이상으로 나누어 환자 100명 당 구간별 환자수를 연령구간의 기간과 연령 기간에 수령 기대 연봉(65세 이상의 경우 획득 가능 노인 소득)에 고용률 및 헬리콥터를 이용했을 때 추가적으로 생존할 수 있는 환자 수를 곱하여 계산하였다.<표26><표27>

결과적으로 중증외상에서 사망률의 감소로 인해 획득할 수 있는 총 편익은 환자 100명 당 5,095,697,292원으로 나타났다.<표28>

<표25. 질환별 기대사망 및 실제 사망>

	단위(명)	헬리콥터 이송 (n=140)	일반 이송 (n=323)
중증외상	기대사망자	10/80	4/199
	실제사망자	19/80	53/199
	추가생존자수 (100명당)	9.5	1.5
뇌출혈	기대사망자	4/36	4/76
	실제사망자	9/36	13/76
	추가생존자수 (100명당)	8.3	4.4
뇌경색	기대사망자	0/13	0/26
	실제사망자	2/13	2/26
	추가생존자수 (100명당)	0	0
심근경색	기대사망자	0/11	1/22
	실제사망자	1/11	4/22
	추가생존자수 (100명당)	0	3.7
전체환자	기대사망자	14/140	9/310
	실제사망자	31/140	72/310
	추가생존자수 (100명당)	7.8	2.2
평균수명(단위 : 세)		81.9	

<표26. 연령 구간별 환자 수 - 중증외상>

구간	환자 수 (2013년 기준)	100명 당 환자수
0-20세	51	9
21-30세	41	7
31-40세	55	10
41-50세	100	18
51-60세	127	23
61-	178	32
전체	552	100

<표27. 연령별 기대 연봉. 출처 : 임금근로 시간 정보시스템, 65세 이상 노인 인구의 고용구조 및 소득>

세대	수령가능 연봉 (단위 : 원) (65세 이상은 기대소득)
20대	26,190,000
30대	37,940,000
40대	43,375,000
50대	39,700,000
60대	39,700,000
65세 이상	13,680,000

<표28. 중증외상 환자 헬리콥터 이송 시 획득 가능한 편익. 100명 당. 단위 : 원>

구간 세대	0-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-
20대	123,889,176	48,179,124				
30대	179,471,376	139,588,848	99,706,320			
40대	205,181,100	159,585,300	227,979,000	205,181,100		
50대	187,796,880	146,064,240	208,663,200	375,593,760	239,962,680	
60대	65,255,868	50,754,564	72,506,520	130,511,736	166,764,996	232,020,864
65세-	166,458,240	129,467,520	184,953,600	332,916,480	425,393,280	591,851,520
				전체 편익	5,095,697,292	

3. 비용-편익 분석

분석한 비용을 100건당으로 환산하여 비용-편익 분석을 시행하였을 때 비용은 헬리콥터 이송 시 발생하는 비용인 8,971,876원에서 구급차 이송 시 소요되는 217,844원을 감쇄한 뒤 100건을 적용한 875,403,200원이었고, 100건 당 총 편익은 5,095,697,292원으로 나타나서 중증외상 환자를 헬리콥터로 이송하는 경우 편익/비용의 값은 5.8로 확인되었다.

제 5 장. 고찰 및 결론

제 1 절. 연구결과 고찰 및 정책적 함의

본 연구는 2011년 11월부터 시행된 응급의료 전용 헬리콥터 사업이 임상적인 유용성과 경제성이 있을 것이라는 가설 하에 이송 및 진료기록지를 통해 확보된 자료를 이용하여 결과를 분석하였다.

그 결과 실제 헬리콥터를 통해 이송된 시간과 같은 위치를 다른 방식으로 이송한다고 가정하는 경우, 헬리콥터를 통한 이송이 일반적인 방식을 통한 이송에 비해 현장 또는 초기 처치 병원에서부터 출발하여 운송 병원까지 도착하는 시간에 약 70분정도 차이가 있는 것으로 확인되었으며, 이는 통계적으로도 유의하게 나타났다.

이송방식의 차이 여부가 사망률에 영향을 미치는지 확인하는 조사에서는 연령, 성별, 중증도를 보정하는 경우 헬리콥터를 통한 환자 이송 시 중증외상에서만 통계적으로 유의하게 사망률이 감소하는 것으로 확인되었다.

마지막으로 비용-편익 분석을 통한 경제성 평가는 사망률에 유의한 차이를 가져오는 중증외상에 대해서만 분석하였으며 편익/비용 값이 5.8로 나타나서 경제성이 존재하는 것으로 확인되었다.

헬리콥터를 이용한 이송에 소요되는 시간과 같은 거리를 일반적인 방식으로 이송하는 것을 가정했을 때 필요한 시간에 통계적으로 유의한 차이가 나타난 것에는 다음과 같은 요인을 추측할 수 있다.

먼저 헬리콥터를 통한 이송이 일반적인 이송 방식에 비해 가지는 가

장 큰 장점은 사고의 현장 또는 1차적으로 환자를 진료한 병원으로부터 운용병원까지 이송하는데 있어 다른 교통 상황에 방해받지 않고 직선의 거리로 움직일 수 있다는 점이다. 또한 도서지역에서부터 운용되는 경우 선박이 운용될 수 있는 시간과 관계없이 환자를 이송할 수 있고, 육지에 도착하는 경우 선박 이송에서 다시 육상 이송으로 변화시키는 2중의 과정이 불필요하다는 점도 있다.

반면 반드시 이송의 시간에 있어 헬리콥터 이송 방식이 장점만 있는 것은 아니다. 헬리콥터 이송의 경우 구급차를 통한 이송에 비해 운용 여부를 결정하는데 더 많은 과정과 시간이 필요하며, 이륙 및 착륙을 할 때 육상 이송에 비해 시간이 더 많이 소요되기 때문이다. 또한 헬리콥터 이착륙이 착륙장이 있는 인계점에서만 이루어지기 때문에 인계점이 현장이나 병원에서 떨어져 있는 경우 육상으로 이송이 진행된 뒤 다시 헬리콥터에 인계해서 이송하는 경우도 있다.

하지만 본 연구의 이송방식에 의한 이송시간의 차이에 대한 조사의 경우, 헬리콥터 이송의 시간은 출발에서부터 운용병원까지 도착하는 실제 시간을 활용하였으나 기타 방식에 의한 이송의 경우 여러 이송 방식 중 가장 빠른 이송 방식 및 시간을 가정하여 조사하였기 때문에 헬리콥터 이송 시 연장될 수 있는 시간을 충분히 상쇄될 수 있을 것이라 예측할 수 있다.

중증외상에서 응급의료 전용 헬리콥터를 이용할 시 일반적인 이송 방식에 의해 이송했을 때 비해 사망률이 낮은 것에는 여러 가지 요인이 있을 것으로 추측된다.

먼저 병원 전 단계 처치의 관점에서 보았을 때 응급의료 전용 헬리콥터의 경우 병원 전 단계에서 헬리콥터에 의료진이 직접 탑승하여 현장에서 환자를 접하는 순간부터 응급의학과 전문의에 의한 신속한 처치가 가능하다. 다음으로 병원 단계의 관점에서도 운용병원 내에 있는 헬리콥터 통제실의 존재로 인해 응급의료 전용 헬리콥터 탑승 의료진과 운용병원 간에 의사소통이 일반 이송 방식의 구급차에 비해 상대적으로 원활하기

때문에 병원에 도착하기 전에 해당 환자에 대한 처치 방향 및 방식에 대해 미리 대처할 수 있어 일반적인 이송 방식에 비해 상대적으로 신속하고 정확한 처치가 가능하다.

중증외상을 제외한 뇌출혈, 뇌경색, 심근경색에서 응급의료 전용헬리콥터 이송과 일반적인 이송 방식 간에 차이가 없는 이유는 다음과 같이 추측할 수 있다.

중증외상의 경우 다른 질환들에 비해 통상적으로 언급되는 골든타임이 상대적으로 짧다. 골든타임의 경우 절대적으로 정해진 기준 시간은 없으나 현재 보건복지부에서 임상 현장 권유하는 시간은 중증외상 1시간, 심근경색 2시간, 뇌경색 3시간이다.(보건복지부, 2013) 이에 신속한 처치가 필요한 중증외상이 헬리콥터 이송에 상대적으로 더 적합하다고 볼 수 있다. 또한 중증외상의 경우 다른 질환에 비해 병원 단계에서의 처치 시 상대적으로 더 다양한 인력과 집약적인 자원이 필요하여 적절한 처치가 가능한 병원이 한정적이다. 실제로 심근경색과 뇌경색의 경우 중증외상에 비해 처치 가능한 병원이 더 많이 산재하고 있으며 중증외상의 경우 보건복지부 차원에서도 권역외상센터를 새롭게 만들어 신속하고 정확한 처치가 가능한 병원에 인력과 자원을 더욱 집중시켜주는 정책을 펼치고 있다.

비용-편익 분석을 통해 중증외상에서 응급의료 전용 헬리콥터의 운용이 경제성이 있음을 확인할 수 있었다. 비록 TRISS와 APACHE II 점수를 기반으로 하여 계산한 기대 사망자 수보다 실제 사망자 수가 높은 결과가 도출되어 일견 응급의료 전용 헬리콥터의 효용성이 무의미한 것처럼 보이나 중증 질환의 경우 헬리콥터로 이송되지 않을 시 구급차 등 그 외 방식으로 이송되기 때문에 응급의료 전용 헬리콥터의 경제성을 확인하기 위해서는 일반적인 이송방식과의 차이를 통해 경제성으로 평가하는 것이 필요하다. 이를 통해 경제성을 확인한 결과, 분석에 포함된 질환 중 이송 방식에 따라 사망률에 차이가 유의하게 나타난 중증외상에 국한하였을 때 편익/비용의 값은 5.8로 확인되었으며 이는 노르웨이에서 선

행된 헬리콥터 이송의 비용-편익분석 시 확인된 편익/비용의 비인 5.87와 비교하였을 때 근사한 값이다. 하지만 본 연구의 경우 중증외상에 국한된 편익/비용 값을 도출하였으며, 만약 전체 질환으로 확장하여 결과를 구할 경우 중증외상을 제외한 다른 질환의 경우 헬리콥터를 이용한 이송의 효용성이 상대적으로 낮기 때문에 본 연구에서 도출된 값보다 낮게 나타날 가능성이 있다.

본 연구의 결과를 정책의 관점에 적용할 경우 응급의료 전용 헬리콥터 사업을 확대하는 것을 제언해 볼 수 있다. 현재 우리나라 응급의료 전용 헬리콥터는 전국의 5군데 병원에서 운용하고 있으나 주로 중부 지역에 편중되어 있다. 특히 남부지역의 경우 서남 부분을 제외하고는 이 사업의 혜택을 받지 못하고 있다. 비록 2016년에 운용병원을 한군데 더 확대하는 방안을 보건복지부 차원에서 계획하고 있으나 시행 후에도 무혜택 지역은 여전히 존재한다. 서두에 기술한바와 같이 응급의료에 관한 서비스는 “rule of rescue”의 원칙에 입각하여 고비용이 소요된다 하더라도 국가 정책 차원에서 서비스를 공급해야 한다는 여론이 존재한다. 이에 본 연구로 확인된 결과를 바탕으로 하여 응급의료 전용 헬리콥터 정책을 적극적으로 확대하는 것을 고려해볼 필요가 있다.

제 2 절. 연구의 제한점 및 의의

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

먼저, 2015년 현재 5개의 대학병원에서 현재의 사업을 진행하고 있으나 본 연구는 일개 운용병원의 자료만으로 분석을 시행한 점이다. 특히 뇌경색과 심근경색 환자의 수가 부족한 것은 본 연구 결과의 대표성에 한계를 나타낼 수 있다. 이로 인하여 중증외상을 제외한 다른 질환에서 이송 방식에 따른 사망률의 차이와 헬리콥터 및 기타 이송방식으로 인해

발생하는 추가 생존자를 계산하는데 있어 정확도를 감소시킬 수 있다.

둘째로, 비용 및 편익의 과대 또는 과소 추정 가능성이다. 조사 대상이 된 운용병원의 경우 5개의 운용병원 중 특히 도서지역을 많이 포함하고 있는 지역으로 헬리콥터 이송에 의한 편익이 과도하게 측정되었을 가능성을 배제할 수가 없다. 또한 인적자본접근법을 통해 생존 시 기대소득을 도출하는데 있어 임금 근로자에 비해 상대적으로 소득이 낮은 자영업자를 제외한 것도 편익의 과다 측정을 중용할 수 있는 요인이다.

반면 비용과 편익이 동시에 실제보다 낮게 측정되었을 가능성도 있다. 본 연구에서 분석에 사용된 비용 요소에는 헬리콥터 사업 시작비용, 인계점 및 착륙장 설치비용 등, 초기 투자비용이 포함되지 않았으며, 편익을 측정하는 측면에서도 비록 조기 사망을 예방함으로써 얻을 수 있는 편익은 측정하였지만 재원 일수의 및 후유증 및 재활에 대한 변화로 확보할 수 있는 편익 등은 측정되지 않았기 때문이다.

셋째로, 헬리콥터 이송의 경우 대부분의 이송 형태가 현장-병원 이송 형태가 아니라 병원-병원 이송형태인 경우가 대부분이었다는 점이다. 이 경우 1차 병원에서 진행된 환자에 대한 처치가 환자의 예후에 영향을 미칠 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 응급의료 전용 헬리콥터를 운용하는 병원 전체의 자료를 확보하여 분석해볼 수 있으며, 추 후 현장-병원 이송 형태에 대한 데이터가 축적이 된다면, 추가적으로 분석해볼 수 있을 것이다.

마지막으로, 이송방식에 따른 사망률의 차이를 확인하는 분석 시 교란변수로서 중증도가 완전히 보정되지 않았을 가능성을 언급해볼 수 있다. 본 연구에서는 중증도와 연령, 성별을 보정하고 이송방식에 따른 사망률의 차이를 확인하기 위해 단순 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 하지만 기술적으로 한층 더 정확하게 보정하기 위해서는 성향 점수 매칭법 등의 방식을 고려해볼 수 있다. 만약 중증도가 본 연구보다 정확히 보정

될 경우 중증외상의 경우 이송방식과 사망률 간 양의 상관관계가 더욱 강화될 가능성이 있으며, 중증외상을 제외한 질환의 경우에도 본 연구에서는 확인되지 않은 통계적 유용성이 확인될 가능성도 배제할 수 없다.

위와 같은 한계점에도 불구하고 본 연구는 응급의료 전용 헬리콥터 사업이 우리나라에서 시작된 뒤 경제성 평가를 시행한 최초의 연구라는데 의미가 있다. 또한 편익/비용 분석을 통해 응급의료 전용 헬리콥터 사업에 경제성을 확인함으로써 최근 응급의료관한 정책을 적극적으로 확대하고자 하는 정부의 정책 시행 의지를 학문적으로 뒷받침 할 수 있다는 의의도 있다.

제 3 절. 결론

본 연구는 2011년 11월부터 시행된 응급의료 전용 헬리콥터의 시행이 임상적인 유용성과 경제성이 있는지 알아보고자 하였으며, 1개 운용병원의 전자의무기록지와 이송기록지를 통해 자료를 수집하고 분석하였다.

연구 결과, 헬리콥터를 통한 이송이 일반적인 방식을 통한 이송에 비해 현장 또는 초기 처치 병원에서부터 출발하여 운용병원까지 도착하는 시간에 약 70분정도 차이가 있었다.

조기 사망률의 감소에 영향을 미치는지 확인하는 분석에서는 중증외상에서는 헬리콥터를 통해 이송하는 경우 사망률이 감소하는 것으로 확인되었으나 뇌출혈, 뇌경색, 심근경색에서는 통계적인 의미가 없는 것으로 나타났다.

마지막으로 비용-편익 분석을 통한 경제성 평가에서는 중증외상에서 5.8로 나타나서 경제성이 존재하는 것으로 확인되었다.

따라서, 현재 우리나라 중부지역에만 치중된 응급의료 전용 헬리콥터 사업을 확대시켜 남부지역 및 제주 지역 등에도 보급하는 것을 고려해볼 필요가 있다.

본 연구가 가진 한계를 극복하기 위해서는 1개 운용병원이 아닌 현재 운용 중인 모든 병원의 자료를 사용하여 조사할 필요가 있으며, 비용 및 편익 추계를 위한 요소를 한층 더 세분화시켜 확인하는 것을 제안한다.

참 고 문 헌

1. 김복순. 65세 이상 노인 인구의 고용구조 및 소득. 월간 노동리뷰. 2014;12:21-35
2. 백승원, 한철, 홍윤식, 최성혁, 이성우, 문성우, 윤영훈, 유우성, 김덕환. 외상 후 초기사망에 대한 고찰. 대한외상학회지. 2010;23(2):75-82
3. 이기만, 정성필, 김민정, 송근정, 신준섭, 김영택. 예방 가능한 심정지 사망률 추정을 위한 기초연구. 대한응급의학회지. 2010;21(6):738-44
4. 이호준, 홍석철. 응급의료시설의 경제적 가치 추정. 한국개발연구. 2014;36(4):105-33
5. 보건복지부. 도서산간지역의 응급의료 현황분석 및 지원방안 모색. 2007
6. 보건복지부. 지정 권역심뇌혈관질환센터의 운영 성과 평가 및 향후 발전 방안 개발. 2009
7. 보건복지부. 응급의료 취약지 분석 및 모니터링과 응급의료 자원의 효율적 지원방안 도출 보고서. 2009
8. 보건복지부. 응급의료 수가기준 전부개정을 위한 연구 보고서. 2011
9. 보건복지부. 응급환자 헬기이송 현황분석 및 기관간 협력방안. 2012
10. 보건복지부. 외상진료체계 분야별 구축방안 연구. 2011
11. 보건복지부. 응급의료 전용헬기 도입사업 효과분석. 2012
12. 보건복지부. 당신의 생명을 향해 119와 응급실이 함께 뛁니다, 보도자료. 2013.05.30
13. 보건복지부. 응급수술 필요 중증외상환자 응급실→수술실까지 4시간, 골든타임 1시간에 훨씬 못 미쳐. 보도자료. 2013.10.29
14. 보건복지부. 권역별 중증외상 데이터베이스 구축 및 관련지표 산출. 2013
15. 보건복지부. 응급의료 기본계획(안). 2013
16. 보건복지부. 의료취약지 고시 제정안. 보건복지부 고시. 2014.02.03

17. 보건복지부. 2013 경제발전경험모듈화사업 : 응급의료체계구축 프로그램. 2014
18. 중앙응급의료센터. 응급의료 중장기 전략 수립. 2008
19. 중앙응급의료센터. 응급의료 전용헬기 도입 및 운용 사업. 2011
20. 중앙응급의료센터. 응급의료 통계연보. 2013
21. 중앙응급의료센터. 응급환자 항공 이송지원 사업. 2013
22. 한국개발연구원. 의료시설부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 연구. 2012
23. 한국보건산업진흥원. 응급의료체계 구축에 의한 사회적 비용편익분석. 2008
24. CARES. CARES summary report - Demographic and survival characteristics of OHCA. 2012
25. WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE. Analysis of Emergency Medical Systems Across the World. 2013
26. Andruszkow H, Hildebrand F, Lefering R, Pape HC, Hoffmann R, Schweigkofler U. Ten years of helicopter emergency medical services in Germany: Do we still need the helicopter rescue in multiple traumatised patients?. International journal of injury. 2014;45(S3):S53-S58
27. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score : A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. The journal of trauma. 1974;14(3):187-96.
28. Butler DP, Anwar I, Willett K. Is it the H or the EMS in HEMS that has an impact on trauma patient mortality? A systematic review of the evidence. Emergency medicine journal : EMJ. 2010;27(9):692-701.
29. Cheung BH, Delgado MK, Staudenmayer KL. Patient and trauma center characteristics associated with helicopter emergency medical services transport for patients with minor injuries in the United

- States. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2014;21(11):1232-9.
30. de Jongh MA, van Stel HF, Schrijvers AJ, Leenen LP, Verhofstad MH. The effect of Helicopter Emergency Medical Services on trauma patient mortality in the Netherlands. *Injury*. 2012;43(9):1362-7.
31. Delgado MK, Staudenmayer KL, Wang NE, Spain DA, Weir S, Owens DK, et al. Cost-effectiveness of helicopter versus ground emergency medical services for trauma scene transport in the United States. *Annals of emergency medicine*. 2013;62(4):351-64 e19.
32. Doucet J, Bulger E, Sanddal N, Fallat M, Bromberg W, Gestring M, et al. Appropriate use of helicopter emergency medical services for transport of trauma patients: guidelines from the Emergency Medical System Subcommittee, Committee on Trauma, American College of Surgeons. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2013;75(4):734-41.
33. Foster NA, Elfenbein DM, Kelley W, Jr., Brown CR, Foley C, Scarborough JE, et al. Comparison of helicopter versus ground transport for the interfacility transport of isolated spinal injury. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2014;14(7):1147-54.
34. Guerdan BR. United States Air Force Aeromedical Evacuation - A Critical Disaster Response Resource. *American Journal of Clinical Medicine*. 2011;8(3):153-6
35. Hinckley W. Cost-effectiveness of helicopter vs ground EMS. *Air medical journal*. 2014;33(1):13-4.
36. Matsumoto H, Mashiko K, Hara Y, Sakamoto Y, Kutsukata N, Takei K, Tomita Y, Ueno Y, Yamamoto Y. Effectiveness of a "Doctor-Helicopter" System in Japan. *Israel medical association journal*. 2006;8(1):8-11

37. Mommsen P, Bradt N, Zeckey C, Andruszkow H, Petri M, Frink M, et al. Comparison of helicopter and ground emergency medical service: a retrospective analysis of a German rescue helicopter base. *Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine*. 2012;20(1):49-56.
38. Jenkinson E, Currie A, Bleetman A. The impact of a new regional air ambulance service on a large general hospital. *Emergency medicine journal*. 2006;23(5):368-71.
39. Knaus WA, DRAPER EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II : A severity of disease classification system. *Critical care medicine*. 1985;13(10):818-29
40. Plevin RE, Evans HL. Helicopter transport: help or hindrance? *Current opinion in critical care*. 2011;17(6):596-600.
41. Ringburg AN, Polinder S, Meulman TJ, Steyerberg EW, van Lieshout EM, Patka P, et al. Cost-effectiveness and quality-of-life analysis of physician-staffed helicopter emergency medical services. *The British journal of surgery*. 2009;96(11):1365-70.
42. Silbergleit R, Scott PA, Lowell MJ, Silbergleit R. Cost-Effectiveness of Helicopter Transport of Stroke Patients for Thrombolysis. *Academic Emergency Medicine*. 2003;10(9):966-72.
43. Taylor C, Jan S, Curtis K, Tzannes A, Li Q, Palmer C, et al. The cost-effectiveness of physician staffed Helicopter Emergency Medical Service (HEMS) transport to a major trauma centre in NSW, Australia. *Injury*. 2012;43(11):1843-9.
44. Taylor CB, Stevenson M, Jan S, Liu B, Tall G, Middleton PM, et al. An investigation into the cost, coverage and activities of Helicopter Emergency Medical Services in the state of New South Wales, Australia. *Injury*. 2011;42(10):1088-94.
45. Taylor CB, Stevenson M, Jan S, Middleton PM, Fitzharris M,

Myburgh JA. A systematic review of the costs and benefits of helicopter emergency medical services. *Injury*. 2010;41(1):10-20.

46. Thomas SH, Arthur AO, Howard Z, Shear ML, Kadzielski JL, Vrahas MS. Helicopter emergency medical services crew administration of antibiotics for open fractures. *Air medical journal*. 2013;32(2):74-9.

Abstract

Cost-benefit analysis of
helicopter emergency medical
service
– focus on major emergency
disease –

Jang, Yeonsik

Department of Health Policy and Management

The Graduate School

Seoul National University

Helicopter emergency medical service has started since November, 2011 in South Korea to manage patients in medical vulnerable area, rapidly and accurately. However helicopter transfer is more expensive than by ground ambulance.

The aim of this study is to identify clinical utility and to verify economically feasibility by analyze cost-benefit ratio of helicopter transfer.

The result were seen in 3 categories.

First category was the difference of transfer time between helicopter transfer and assumed case transferred by ground ambulance. The result was, helicopter transfer required about 21.7 minutes but same case supposed to transfer by ground ambulance was about 83.9 minutes. (p-value < 0.005)

Second was to investigate clinical utility about helicopter transfer by analyzing difference of mortality between helicopter transfer and ground ambulance. If severity was adjusted, the result was significantly different only in major trauma (odds ratio : 3.28, p-value : 0.008)

Last was to analyze economically feasibility by calculate cost-benefit ratio. In major trauma, the total cost to operate helicopter was KRW 875,403,200(100cases), while the total benefit was KRW 5,095,697,292(100cases) and benefit-cost ratio was about 5.8.

In south korea, there are 5 hospital which offering helicopter emergency medical service. However those are not sufficient enough to cover all Korea territory. Though the results of this study, hopefully, there can be discussions about expanding cost-benefit helicopter emergency medical service.

keywords : emergency medical service, helicopter, major trauma, brain hemorrhage, cerebral infarction, cost-benefit

Student Number : 2012-23717